



国家职业技能鉴定培训丛书

主 编：陈静静 谷雪贤 李小玉
副主编：庄晓梅 赵素芬 张莉琼

化学检验工 (中级) 考证培训教材

Huaxue Jianyangong (Zhongji) Kaozheng Peixun Jiaocai



中山大学出版社



国家职业技能鉴定培训丛书

Huaxue Jianyangong (Zhongji) Kaozheng Peixun Jiaocai

化学检验工（中级）考证培训教材

上架建议：化学工业

ISBN 978-7-306-03412-0



9 787306 034120 >

定价：30.00元

版权所有 翻印必究

图书在版编目(CIP)数据

化学检验工(中级)考证培训教材/陈静静,谷雪贤,李小玉主编;庄晓梅,赵素芬,张莉琼副主编. —广州:中山大学出版社,2009.8

(国家职业技能鉴定培训丛书)

ISBN 978-7-306-03412-0

I. 化… II. ①陈… ②谷… ③李… ④庄… ⑤赵… ⑥张… III. 化工产品—检验—职业技能鉴定—自学参考资料 IV. TQ075

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第145037号

出 版 人: 叶侨健

策划编辑: 周建华 张礼凤

责任编辑: 张礼凤

封面设计: 林锦华

责任校对: 李 文

责任技编: 何雅涛

出版发行: 中山大学出版社

电 话: 编辑部 020-84111996, 84113349

发行部 020-84111998, 84111981, 84111160

地 址: 广州市新港西路135号

邮 编: 510275 传 真: 020-84036565

网 址: <http://www.zsup.com.cn> E-mail: zdcbs@mail.sysu.edu.cn

印 刷 者: 广州市新明光印刷有限公司

规 格: 787mm×960mm 1/16 11.75印张 233千字

版次印次: 2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

印 数: 1—2000册 定 价: 30.00元

如发现本书因印装质量影响阅读,请与出版社发行部联系调换



内 容 简 介

职业资格证书制度是党中央、国务院实施“科教兴国”与“人才强国”战略的重要举措。高等职业技术学院的教育模式是促进技能就业、引导技能成才,以满足企业需要、服务技能人才为工作宗旨,以贯彻落实国家职业资格证书制度为己任,要为培养造就一大批高素质技能人才、促进国家经济社会持续健康发展作出应有的贡献。为使更多经过职业教育培养的人才得到劳动保障部门和社会的认可,我们组织教师精心编写了《化学检验工(中级)考证培训教材》,供有关学校和技能培训机构作为培训教材使用。

本教材以人力资源和社会保障部颁布的化学检验工的国家职业标准为依据进行编写。针对中级工必须掌握的基本知识和操作技能,本教材系统介绍了中级工考试的重点和难点,从国家题库中选取部分理论知识试题和试卷样例供考生参考、练习,以达到快速提高学生的理论知识和实际操作技能,适应一线工作需要的培养目标。

本教材具有以下主要特点:

(1) 以项目训练为主线,突出应用能力培养。加强对基本技能的论述,注重实践训练,举例实用,操作性强。每个项目均设计了实训基本操作、综合实训、考核实例三个循序渐进的工艺训练教学环节,有利于操作技能的逐步提高。

(2) 教材内容与职业标准要求全面接轨,并要求严格执行考核标准。这是主动适应国家职业资格证书制度改革的发展趋势,为高等职业院校学生完成学业后直接获得劳动部门核发的相应职业资格证书创造有利条件,同时也为学生顺利考证提供直接指导。

本书可作为化学分析及检验行业中化学检验工工种的职业能力培训教材,也可供从事化学实验室工作的人员、工厂企业的分析化验员参考和阅读,还可作为职业教育相关专业的教学用书、培训考核题库。



前 言

根据高等职业院校人才培养的新要求,为进一步提高职业教育培训的规范性和系统性,中山火炬职业技术学院、中山职业技术学院相关专业教师总结多年来的教育培训经验,学习借鉴国内外先进的职业教育理论和方法,以《中华人民共和国技能鉴定规范》为主要依据,结合化学检验工实际要求,组织编写了《化学检验工(中级)考证培训教材》。

建立突出职业能力培养的课程标准、规范课程教学的基本要求、提高课程教学质量是高等职业教育内涵建设的重要要求,改革教学方法和手段、加强教材建设是确保优质教材产生的重要条件,逐步构建专业认证体系、推行“双证书”制度、强化学生职业能力是培养学生专业技能水平的有利保障。在高等职业院校实行学历证书、职业技能证书并行的要求恰恰体现了高等职业院校的培养目标,即培养面向生产、建设、服务和管理一线需要的技术应用型高级技能人才。如何将职业技能培训融入教学计划,乃至日常教学是高等职业院校课程改革的重点与难点;如何提高学生的实践动手能力,培养学生的职业素养一直是各类高等职业院校探索的目标。本书正是在高等职业院校普遍强化质量意识、全面加强内涵建设和积极推进“双证制”改革的宏观背景下组织编写的。本书适用于三年制和两年制高等职业院校化工类、食品类、制药类、环保类各专业,主要作为高等职业院校全日制各专业学生化学分析及检验各环节的指导用书和学生参加职业技能鉴定的辅导教材,也可供成人高校和中等职业学校选用及有关工程技术人员参考。

本书以理论知识、项目训练为主线,突出应用能力培养,涵盖化学检验工的职业要求、考核标准、操作技能和鉴定大纲,从基础知识到实践操作,采取循序渐进、逐步深入的方式,最终使学生熟练掌握并达到通过职业技能鉴定考核的要求。

本书由陈静静、谷雪贤、李小玉任主编,庄晓梅、赵素芬、张莉琼任副主编。陈静静编写绪论和第一部分的一和二;谷雪贤和李小玉编写第一部分的三和四;庄晓梅、赵素芬、张莉琼编写第二部分及附录部分。陈静静负责编写大纲及全书的统稿工作,李小玉和张莉琼负责全书的编辑整理工作。

郑公明教授主审此书,并对全书的编写提出了宝贵意见。广东食品药品职业学院的老师也参加了审稿工作。在此谨向他们表示衷心的感谢。

本书的编写工作得到了中山火炬职业技术学院、中山职业技术学院各级领导的大力支持和帮助,才使得本书能够顺利出版,在此向这些学院的各级领导表示衷心的感谢。

由于我们的水平所限,书中难免有错漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 4 月



目 录

绪论 化学检验工国家职业标准	(1)
一、职业概况	(1)
二、基本要求	(2)
三、中级化学检验工的工作要求	(2)
四、比重表	(7)
第一部分 化学检验工考试说明	(9)
一、命题思路和考核方法	(9)
二、鉴定考核重点	(13)
三、操作技能部分	(19)
训练一 标准溶液的配制	(23)
训练二 酸碱滴定	(35)
训练三 水的硬度测定	(37)
训练四 氯化物中氯含量的测定(莫尔法)	(39)
训练五 胆矾中铜的测定(碘量法)	(40)
训练六 折光率的测定	(41)
训练七 可见分光光度计的使用——溶液中铁含量的测定	(44)
训练八 缩二脲含量的测定——分光光度法	(48)
训练九 pH计的使用	(51)
训练十 比旋光度的测定	(55)
典型技能试题分析	(57)
四、理论知识部分	(70)
第二部分 理论复习题及考试题精选	(104)
化学检验工中级理论考试复习题一	(104)



化学检验工中级理论考试复习题一参考答案	(113)
化学检验工中级理论考试复习题二	(116)
化学检验工中级理论考试复习题二参考答案	(128)
化学检验工中级理论考试复习题三	(135)
化学检验工中级理论考试复习题三参考答案	(147)
全国化学检验工职业技能大赛考试试卷精选一	(148)
全国化学检验工职业技能大赛考试试卷精选一参考答案	(157)
全国化学检验工职业技能大赛考试试卷精选二	(158)
全国化学检验工职业技能大赛考试试卷精选二参考答案	(164)
附 录	(165)
附录1 国际相对原子质量表(1979年)	(165)
附录2 无机化合物的摩尔质量表(g/mol)	(167)
附录3 常用缓冲溶液的配制	(171)
附录4 常用氧化还原指示剂	(172)
附录5 常见化合物的俗名	(172)
附录6 常用配位滴定指示剂	(174)
附录7 常用沉淀滴定指示剂	(175)
附录8 常用酸碱指示剂及其变色范围	(175)
附录9 用于原子吸收分光光度分析的标准溶液	(177)
附录10 化学分析常用法定计量单位	(179)
参考文献	(180)



化学检验工国家职业标准

一、职业概况

（一）职业名称

化学检验工。

（二）职业定义

以抽样检查的方式，使用化学分析仪器和理化仪器等设备，对溶剂、日用化工品、化学肥料、化学农药、涂料、染料、颜料、煤炭焦化、水泥和气体等化工产品、半成品、原材料及中间过程进行检验、检测和分析的人员。

（三）职业等级

本职业共设五个等级，分别为：初级（国家职业资格五级）、中级（国家职业资格四级）、高级（国家职业资格三级）、技师（国家职业资格二级）、高级技师（国家职业资格一级）。

（四）职业环境

室内，常温。

（五）职业能力特征

本职业须具有一定的观察、判断和计算能力，以及具有较强的颜色分辨能力。



(六) 基本文化程度

高中毕业(或同等学力)。

二、基本要求

(一) 职业道德

职业守则如下:

- (1) 爱岗敬业、工作热情主动。
- (2) 认真负责, 实事求是, 坚持原则, 一丝不苟地依据标准进行检验和判定。
- (3) 努力学习, 不断提高基础理论水平和操作技能。
- (4) 遵纪守法, 不谋私利, 不谋私情。
- (5) 遵守劳动纪律。
- (6) 遵守操作规程, 注意安全。

(二) 基础知识

- (1) 标准化计量质量基础知识。
- (2) 化学基础知识(包括安全与卫生知识)。
- (3) 分析化学知识。
- (4) 电工基本知识。
- (5) 计算机操作知识。
- (6) 相关法律、法规知识。

三、中级化学检验工的工作要求

中级化学检验工的工作要求见表1。



表1 中级化学检验工的工作要求

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
样品交接	检验项目介绍	1. 能提出样品检验的合理化建议 2. 能解答样品交接中提出的一些问题	1. 检验产品和项目的计量认证和审查认可（或验收）的一般知识 2. 各检验专业的一般知识
检验准备工作	明确检验方案	1. 能读懂较复杂的化学分析和理化性能检测的方法、标准和操作规范 2. 能读懂较复杂的检（试）验装置示意图	1. 化学分析和理化性能检测的原理 2. 分析操作的一般程序 3. 测定结果的计算方法和依据
	准备实验用水、溶液	1. 能正确选择化学分析、仪器分析及标准溶液配制所需实验用水的规格，能正确储存实验用水 2. 能根据不同分析检验需要，选用各种试剂和标准物质 3. 能按照标准和规范配制各种化学分析用溶液；能正确配制标准杂质溶液、标准比对溶液（包括标准比色溶液、标准比浊溶液）；能正确配制 pH 标准缓冲溶液	1. 实验用水规格及储存方法 2. 各类化学试剂的特点及用途；常用标准物质的特点及用途 3. 标准滴定溶液的制备方法；标准杂质溶液、标准对比溶液的制备方法
	检验实验用水	能按照标准和规范要求检验实验用水的质量，包括电导率、pH 范围、可氧化物、吸光度、蒸发残渣等	实验用水规格及检验方法
	准备仪器设备	1. 能按有关规程对玻璃仪器进行容量校正 2. 能根据检验需要正确选用可见—紫外分光光度计；能按有关规程检验分光光度计的性能，包括波长准确度、光电流稳定度、透射比准确度、杂散光、吸收池配套性等	1. 玻璃量器的校正方法 2. 分光光度计的检验方法 3. 各检验类别常见专用仪器的工作原理、结构和用途



续表 1

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
检验准备工作	准备仪器设备	3. 能正确选用常见专用仪器设备 (1) 阿贝折光仪、旋光仪、卡尔·费休水分测定仪、闭口杯闪点测定仪、沸程测定仪 (2) 冷原子吸收测定仪、白度测定仪 (3) 颗粒强度测定仪 (4) 卡尔·费休水分测定仪 (5) 白度测定仪、附着力测定仪、光泽计、摆杆式硬度计、冲击实验器、柔韧性测定仪 (6) 转鼓、库仑测硫仪、恩氏黏度计 (7) 抗折(压)实验机、恒温恒湿标准养护箱、水泥胶砂搅拌机、泥沙水泥振动台、手动脱模器	
采样	制定采样方案	能按照产品标准和采样要求制定合理的采样方案,对采样的方法进行可行性实验	化工产品采样知识
	实施采样	能对一些采样难度较大的产品(不均匀物料、易挥发物质、危险品等)进行采样	
检测与测定	分离富集、分解试样	能按标准或规格要求,用液-液萃取、薄层层析、减压浓缩等方法分离富集样品中的待测组分,或用规定的方法(溶解、熔融、灰化、消解等)分解试样	化学检验中的分离富集、分解试样知识
	化学分析	能用沉淀滴定法、氧化还原滴定法、目视比色法(比浊法)、薄层色谱法测定化工产品的组分	



续表 1

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
检测与测定	化学分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能测定化学试剂中的硫酸盐、磷酸盐、氯化物及澄清度、重金属、色度 2. 测定肥皂中的干皂含量和氯化物、洗涤剂中的4A沸石含量 3. 测定化肥中的氮、磷、钾含量 4. 能测定农药的有效成分（用化学分析法或薄层分析法，如氧化乐果） 5. 能测定“环境标志产品”水性涂料的游离甲醛、重金属含量 6. 能测定煤焦油中的甲苯不溶物含量 7. 能测定水泥中的三氧化二铁、三氧化二铝、氧化钙含量 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 沉淀滴定法、氧化还原滴定法、目视比色法（比浊法）、薄层色谱分析的方法 2. 相关国家标准中各检验项目的要求
	仪器分析	<p>能用电位滴定法、分光光度法等仪器分析法测定化工产品的组分：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能用卡尔·费休法测定化学试剂中的水分 2. 能用冷原子吸收法测定化妆品中的汞；能用分光光度法测定化妆品中的砷和洗涤剂中的各种磷酸盐 3. 能用电位滴定法测定磷酸钙中的游离酸；能用卡尔·费休法测定化肥中的水分；能用分光光度法测定化肥中的缩二脲含量 4. 能用电位滴定法和分光光度法测定农药有效成分；能用卡尔·费休法测定农药中的水分 5. 能用库仑滴定法测定煤中的硫含量；能用分光光度法测定硫酸铵中的铁含量 6. 能用分光光度法测定可溶性二氧化硅含量 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电位滴定法、分光光度法的相关知识 2. 相关国家标准中各检验项目的要求



续表 1

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
检测与测定	检测物理性能和参数	1. 能测定化学试剂的折光率、比旋光度, 能测定溶剂的闪点和沸程 2. 能测定洗涤剂的去污力 3. 能测定化肥的颗粒平均抗压强度 4. 能测定农药乳油的稳定性 5. 能测定涂料的闪点和涂膜的光泽、硬度、附着力、柔韧性、耐冲击性、耐热性, 能测定染料的色光和强度, 能用仪器测定白度 6. 能测定焦炭的机械强度和焦化产品的溜程、黏度 7. 能用抗折(压)实验机测定水泥的胶沙强度	相关国家标准中各检验项目的要求
	微生物学检验	从事 B 类检验的人员能测定化妆品中的粪大肠菌、金黄色葡萄球菌、绿脓杆菌等微生物指标	微生物学及检验方法
	进行对照实验	1. 能将标准试样(或管理试样、人工合成试样)与被测试样进行对照实验 2. 能按其他标准分析方法(如仲裁法)与所用检验方法做对照实验	消除系统误差的方法
测后工作	进行数据处理	1. 能由对照实验结果计算出校正系数, 并据此校正测定误差、消除系统误差 2. 能正确处理检验结果中出现的可疑值, 当查不出可疑值的原因时, 能采用 Q 检验法和格鲁布斯法判断可疑值的取舍	实验结果的数据处理知识
	校核原始记录	能校核其他检验人员的检验原始记录, 验证其检验方法是否正确、数据运算是否正确	对原始记录的要求
	填写检验报告	能正确填写检验报告, 做到内容完整、表述正确、字迹(打印)清晰、判断无误	对检验报告的要求
	分析检验误差的产生原因	能分析一般检验误差的产生原因	检验误差的产生原因



续表 1

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
维修仪器设备	排除设备仪器故障	能够排除所用仪器设备的简单故障	掌握仪器设备的工作原理、结构和常见故障及其排除方法
安全实验	安全事故的处理	能对突发安全事故果断采取适当措施, 进行人员急救和事故处理	意外事故的处理方法和急救知识

四、比重表

(一) 理论知识

中级化学检验工要求掌握的理论知识详见表 2。

表 2 中级化学检验工要求掌握的理论知识

项 目		中级/%	高级/%
基本要求	职业道德	5	3
	基础知识	35	22
相关知识	样品交接	2	2
	检验准备	17	13
	采样	7	—
	检测与测定	22	25
	测后工作	5	2
	安全实验	5	—
	养护设备	—	—
	检修仪器设备	2	10
	技术管理与创新	—	15
	培训与指导	—	5



续表 2

项 目		中级/%	高级/%
基本要求	实验室管理	—	—
	实验室规划设计	—	—
	技术交流	—	—
	制定标准	—	—
	技术总结	—	—
总 计		100	100

(二) 技能操作

中级化学检验工要求掌握的技能见表 3。

表 3 中级化学检验工要求掌握的技能

项 目	中级/%	高级/%
样品交接	5	5
检验准备	18	10
采样	10	—
检测与测定	42	45
测后工作	9	8
安全实验	10	—
养护设备	—	—
检修仪器设备	6	12
技术管理与创新	—	15
培训与指导	—	5
实验室管理	—	—
实验室规划设计	—	—
技术交流	—	—
制定标准	—	—
技术总结	—	—
总 计	100	100



第一部分

化学检验工考试说明

一、命题思路和考核方法

(一) 命题思路

1. 命题依据

职业技能鉴定国家题库的命题依据是：人力资源和社会保障部与各行业部委联合颁发的各职业（工种）《中华人民共和国职业技能标准》或《中华人民共和国工人技术等级标准》和《中华人民共和国职业技能鉴定规范》（以下分别简称《标准》和《规范》），并充分注意了当前社会生产的发展水平对从业人员的各方面要求。

为加强职业技能鉴定命题管理，提高命题质量，更好地与当前社会经济发展水平相适应，人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心组织全国专家，按照原劳动部制定的《国家职业技能鉴定命题技术标准（试行）》和《职业技能鉴定国家题库开发指南》的统一要求，组织开发并建立了“职业技能鉴定国家题库网络”，并进一步就职业（工种）对从业人员的要求进行充分的分析和论证，以《鉴定要素细目表》的形式确定了理论知识和操作技能两方面所应考核的具体内容。每个职业（工种）、等级的《鉴定要素细目表》中，知识部分一般设有 100~200 个鉴定点，操作技能部分一般确定了数十个至 100 多个考核项目，准确有效地反映了当前社会经济发展水平下各职业（工种）对从业人员的素质与技能要求，保证了鉴定试卷的内在质量。

2. 命题原则

(1) 命题的总体原则。



1) 注重对基本知识和基本技能的理解与掌握, 不出偏题和难题。
2) 根据各行业、职业(工种)的特点和目前整体技术的发展水平和现状, 对考核内容进行适当调整。

(2) 理论知识鉴定的命题原则。

1) 实事求是地反映《标准》和《规范》所提出的各项要求。
2) 注重理论知识对操作技能的支撑作用, 强调实际工作中必备的知识, 避免纯理论化或学科化的倾向。

3) 坚持一致性、通用性原则, 对几种教材说法不一的, 尽可能不出题, 只出说法一致的题。

(3) 操作技能鉴定的命题原则。

1) 强调实际操作技能与生产实践的内在联系, 注重所考内容在实际工作中的基础性和关键性作用。

2) 有效地组织操作技能试题的形式, 尽可能做到鉴定实施的可行、高效、低成本。

3) 对于具有地方特点或企业特点的具体鉴定考核内容, 可以对试题进行适用性调整。

(二) 试卷组成的特点

1. 理论知识试卷的结构

国家题库理论知识试卷的题型、题量可按鉴定考核用卷是否为标准化试卷进行划分, 采用不同的试卷题型、题量结构。标准化试卷有 1 种组成形式, 非标准化试卷有 3 种组成形式。其具体的题型比例、题量和配分如表 1 至表 4 所示。

表 1 标准化理论知识试卷的题型、题量与配分方案

题型	鉴定工种等级			分数	
	初级工	中级工	高级工	初、中级	高级
选择	60 分 (1 分/题)			60 分	
判断	20 题 (2 分/题)		20 题 (1 分/题)	40 分	20 分
简答/计算	(无)		4 题 (5 分/题)	0 分	20 分
总分	100 分 (80/84 题)				



表2 非标准理论知识试卷的题型、题量与配分方案(一)

题型	鉴定工种等级			分数	
	初级工	中级工	高级工	初、中级	高级
填空	10 题 (2 分/题)			20 分	
选择	20 题 (2 分/题)			40 分	
判断	10 题 (2 分/题)		10 题 (1 分/题)	20 分	10 分
简答/计算	共 4 题 (5 分/题)			20 分	
论述/绘图	(无)		1 题 (10 分/题)	0 分	10 分
总分	100 分 (44/45 题)				

表3 非标准理论知识试卷的题型、题量与配分方案(二)

题型	鉴定工种等级			分数	
	初级工	中级工	高级工	初、中级	高级
填空	10 题 (2 分/题)			20 分	
选择	20 题 (2 分/题)		20 题 (1.5 分/题)	40 分	30 分
判断	20 题 (1 分/题)			20 分	
简答/计算	共 4 题 (5 分/题)			20 分	
论述/绘图	(无)		1 题 (10 分/题)	0 分	10 分
总分	100 分 (44/45 题)				

表4 非标准理论知识试卷的题型、题量与配分方案(三)

题型	鉴定工种等级			分数	
	初级工	中级工	高级工	初、中级	高级
填空	15 题 (2 分/题)			30 分	
选择	20 题 (1.5 分/题)		20 题 (1 分/题)	30 分	20 分
判断	20 题 (1 分/题)			20 分	
简答/计算	共 4 题 (5 分/题)			20 分	
论述/绘图	(无)		1 题 (10 分/题)	0 分	10 分
总分	100 分 (59/60 题)				



2. 操作技能试卷的结构

国家题库操作技能试卷采用由考场准备通知单、试卷正文和评分记录表三部分组成的基本结构,分别供考场、考生和考评员使用。

(1) 考场准备通知单。包含材料准备、设备准备、工具、量具、卡具准备(标准、名称、规格、数量)等考场准备要求。

(2) 试卷正文。包含需要的说明和要求、试题内容、总时间与各题的时间分配要求,考评人数、评分规则与总分方法等。

(3) 评分记录表。包含具体的评分标准和评分记录表。

(三) 试卷生成方式

了解国家题库试卷生成方式,对考生复习有一定的指导意义。过去大家接触到的试卷,基本上是专家凭经验编写,这种试卷在难度和内容范围上难以保持相对稳定,考生难以把握试卷的结构和考核范围与重点,不利于考生的复习准备。目前,从国家题库抽取的试卷将在很大程度上弥补这种不足。题库组卷采用计算机自动生成试卷:计算机程度按照该职业(工种)的《鉴定要素细目表》的结构特征,用统一的组卷模型,从题库中抽出相应试题,组成试卷。这种组卷方式,一方面避免了人为的倾向性,保证了试卷内容与公布的考核重点范围的一致性;另一方面,试卷的题型、题量和所涉及的范围是相对稳定的,在内容上也主要是作为本职业(工种)要求的核心知识和技能,强调基本素质与职业特长的考核。因此,国家题库所采取的这种试卷生成方式,将更有利于考生把握复习的要点和重点,考出考生是否具备本职业(工种)对从业人员所要求的知识和技能。

理论知识和操作技能试卷的组卷一般为中等难度。其中,低难度试题占20%,中等难度试题占70%,高难度试题占10%。

在考核时间上,理论知识的初、中级为1.5~2小时,高级为2~2.5小时;操作技能试卷的考试时间初、中级为2~4小时,高级为3~6小时。

(四) 对考生的基本要求

1. 反复阅读《规范》和《复习指导丛书》,理解其中各项内容

《规范》是依据《标准》制定的专门用于鉴定的纲领性文件,考生们可以从《规范》中了解职业(工种)、等级职业技能鉴定的性质、基本内容,以及考核内容的组成规则和考核形式要求等重要信息。《复习指导丛书》又将《规范》所规定的内容更加细化,详细说明鉴定考核的特点,主要包括:给考生提供近年来将要鉴定考核的重点内



容,明确复习内容上的轻重缓急;通过知识和技能两部分的复习指导,对考生把握重点、理解难点提供了详略得当的具体指导;尤其是书中的试题精选和模拟试卷均由国家题库抽取而得,直接反映了考试内容的特点和题型特征。因此,《复习指导丛书》对组织复习或考生自学有着更直接的意义。这里,我们还是要提醒大家,对于这两种资料务必从头到尾阅读,尤其要弄清本职业(工种)鉴定考核试卷的组卷思想、考核重点和试题试卷的特点,真正“吃”透各项要求,掌握要领,做到心中有数。

2. 抓住重点,全面复习

职业技能鉴定的基本目标就是为了提高劳动素质,无论是《鉴定要素细目表》的制定,还是试卷的组成,都是以此为核心的。从上述命题思路、命题原则的有关说明中,大家也能体会到这种指导思想,即以基础性的知识和技能的考核为主要出发点和归宿。因此,考生在理论知识部分复习中要善于抓住重点,展开全面复习,对基本概念要记忆准确、理解透彻、运用熟练,并且还要在复习范围的“广”字上下工夫。在操作技能部分复习中,注意对基本操作技能的培养,力求做到操作规范、熟练无误,同时注意对本职业(工种)要求的主要操作技能和典型操作或典型工件加工操作特点的针对性复习。为了更好地把握这些原则,考生应对本书中的试题精选和模拟试卷认真作答和练习,如果发现自己哪一题的解答或在实际操作中有困难,应该立即检查,发现问题所在,做到每个难点和问题都能及时解决。

3. 降低焦虑水平,做好心理调节

参加任何一种考试,都应保持良好的心理状态,力戒焦虑,这是取得好成绩的关键之一。影响个人在考场上的心理状态的因素很多,如当时的心情和身体状况、考试经验以及期待水平等等。需要指出的是,动机水平过高,行为就要受到干扰,也就是说,如果太想做某件事,反而可能达不到目标。考生应根据自己的实力,制订一个切实可行的期待目标,这对于保持恰当的动机强度,降低考试焦虑水平,是值得提倡的一种非常有效的做法。

二、鉴定考核重点

(一) 说明

鉴定考核重点是近几年内国家题库抽题组卷的基本范围,它反映了当前本职业(工种)对从业人员知识和技能要求的内容。



鉴定考核重点采用《鉴定要素细目表》的格式,以行为领域、鉴定范围和鉴定点形式加以组织,列出了本等级下应考核的内容,考核重点分为理论知识和操作技能两个部分。其中,理论知识部分的核心是以知识点表示的鉴定点,操作技能部分的核心是以考核项目表示的鉴定点。

鉴定考核重点表中,每个鉴定点都有其重要程度指标,即表内鉴定点后所标的“X”、“Y”、“Z”。重要程度反映了该鉴定点在本职业(工种)中对从业人员所要求内容中的相对重要性水平。自然,重要的内容被选取考核的可能性也就较大。其中,“X”表示核心要素,是考核中最重要、出现频率也最高的内容;“Y”表示一般要素,是考核中出现频率一般的内容;“Z”表示辅助要素,在考核中出现的几率较小。

鉴定考核重点表中,每个鉴定范围都有其鉴定比重指标,它表示在一份试卷中该鉴定范围所占的分数比例。例如,某一鉴定范围的鉴定比重为5,就表示在组成100分为满分的试卷时,题库在抽题组卷的过程中,将使属于此鉴定范围的试题在一份试卷中所占的分值尽可能地等于5分。

(二) 理论知识鉴定考核重点表

理论知识鉴定考核重点表详见表5至表7。

表5

行为领域	鉴定范围	鉴定比重	鉴定点	重要程度
基础知识 (25%)	化学基础知识	10	化学反应速度的影响因素	X
			浓度积原理及应用	Y
			沉淀与溶解	X
			分步沉淀、沉淀的转化	X
			氧化还原反应的方向	X
			电极电位的计算	Z
	溶液	9	电解质的电离	X
			强电解质溶液的 pH 值的计算	X
			缓冲溶液的计算和配制	X
			物质的量浓度的计算	X
			标准溶液的配制	X



续表 5

行为领域	鉴定范围	鉴定比重	鉴定点	重要程度
基础知识 (25%)	误差和数据的处理	6	误差及其产生的原因	X
			误差的表示方法	Y
			计算偏差	X
			数据的修约和运算	Y
			分析结果的处理	X
专业知识 (65%)	试样的采集和处理	6	选择采样工具	Y
			采集和处理易挥发液体样品	X
			采集和处理均匀固体样品	X
			萃取	X
			过滤	X
			选择和使用离子交换树脂	X
	化学试剂	7	制备和检验实验室用水	X
			试剂的处理和选用	X
			洗涤剂的选择和使用	X
			配制常用缓冲溶液	Y
			配制、标定标准溶液	X

表 6

行为领域	鉴定范围	鉴定比重	鉴定点	重要程度
专业知识 (65%)	常用仪器设备	12	分析天平的结构原理及使用	X
			选择和使用称量瓶	Y
			选择和使用(校正)容量瓶	X
			选择和使用(校正)移液管	X
			选择和使用(校正)滴定管	X
			安装和使用蒸馏装置	Y
	滴定分析	20	酸碱滴定原理	X
			一元酸碱滴定曲线和指示剂的选择	X



续表 6

行为领域	鉴定范围	鉴定比重	鉴定点	重要程度
专业知识 (65%)	滴定分析	20	酸标准溶液的配制和标定	X
			碱标准溶液的配制和标定	X
			工业用水总硬度的测定	Y
			EDTA 的性质及与金属离子配合的特点	Y
			EDTA 标准溶液的配制和标定	X
			高锰酸钾的原理和条件	X
			重铬酸钾的原理和条件	X
			直接碘量法的原理和条件	X
			间接碘量法的原理和条件	X
			莫尔法的原理和条件	Y
			滴定分析的计算	X
	气体分析	5	气体分析仪的使用	X
			吸收分析法	X
			燃烧分析法	X
			半水煤气的全分析	Y
	称量分析	5	称量分析法的特点和分类	X
			称量分析对沉淀的要求	Y
			沉淀的纯度	X
			称量分析结果的计算	X
	仪器分析	7	分光光度法和基本原理	X
			朗伯-比尔定律及影响因素	X
			显色条件的选择	Y
			721 型分光光度计的结构、原理和使用	X
			水中铁含量的测定	Z
			酸度计的使用	Y
			电位滴定仪确定终点	X



表 7

行为领域	鉴定范围	鉴定比重	鉴定点	重要程度
专业知识 (65%)	仪器分析	7	气相色谱的定量测定方法	X
			保留值	Y
	物理常数的测定	3	韦氏天平法测定密度	X
			测定 pH 值	X
			测定沸程	Y
			测定电导率	X
			毛细管法测定黏度	X
相关知识 (10%)	安全知识	5	易燃易爆物的管理	X
			各类灭火器的正确使用	X
			中毒与急救	X
			剧毒、腐蚀性物质的保管与防护措施	X
			“三废”处理与某些试剂的回收	X
	展示个人能力	5	识别和使用危险药品	X
			排除常用仪器的故障	X

(三) 操作技能鉴定考核重点

操作技能鉴定考核重点详见表 8、表 9。

表 8

行为领域	鉴定范围	鉴定比重	鉴定点	重要程度
操作技能 (70%)	一般分析操作	40	熟练进行一般分析器皿的洗涤和干燥	X
			较熟练进行常见分析仪器的准备和组装	X
			较熟练使用多种方法准备称取试样	Y
			较熟练进行分析干扰的掩蔽和分离	X
			试液定容迅速、准确	X
			试液移取迅速、准确	X



续表 8

行为领域	鉴定范围	鉴定比重	鉴定点	重要程度
操作技能 (70%)	定量分析测定操作和数据 处理	30	滴定操作迅速、准确	X
			电位分析操作规范、准确	Y
			分光光度(吸光光度)分析操作 规范、准确	X
			分析数据测量准确迅速、记录无误	X
			熟练进行有效数字的修约和运算	X
			会各种分析结果的误差、精度计算	Y

表 9

行为领域	鉴定范围	鉴定比重	鉴定点	重要程度
仪器使用 (25%)	天平的使用	10	熟练使用和维护托盘天平	X
			熟练使用和维护分析天平	X
			熟练使用和维护不同精度的砝码	X
	分析仪器的使用	15	熟练使用和维护滴定分析容量仪器	X
			正确使用和维护常用参比电极	X
			正确使用和维护常用指示电极	X
			正确使用和维护常用电位分析仪器 (装置)	Y
			正确使用和维护比色皿	X
			正确使用和维护分光光度计	X
相关技能 (5%)	安全使用其他仪器	5	合理安排操作程序	X
			保持整洁有序的工作环境	X
			会简易调修常见的分析仪器	Y



三、操作技能部分

(一) 中级技能考试概述

1. 技能考试的基本内容要求

本工种技能考试的主要内容为滴定分析(容量分析)和仪器分析两部分。滴定分析(容量分析)考试的内容包括酸碱滴定、氧化还原滴定、配位滴定和沉淀滴定分析,仪器分析考试的内容包括电位分析和分光光度分析(吸光光度分析)。

技能考试的基本要求是:考生根据技能鉴定试题的要求,在一定时间内按照试题规定的项目进行实际操作,以考核学生掌握基本技能、解决实际问题的能力。

2. 技能考试试卷的组成

技能考试试卷由三部分组成:

第一部分是“中级分析工技能考试准备通知单”,内容包括有关准备的说明、试剂和仪器准备、考场准备、评分方法、考核程序等,供技能鉴定站做准备用。

第二部分是“中级分析工技能考试试卷”,本试卷共两道题,第一题为滴定分析,第二题为仪器分析,内容包括试题配分、考试时限和成绩评定方法说明、操作步骤、计算公式、数据记录及数据处理等,供考生考试用。

第三部分是“中级分析工技能考试评分记录表”,内容包括评分点及其配分和评分标准、实得分等,供考评员评分记录用。

3. 技能考试的方法与特点

技能考试即实际操作考试。鉴定站依据考试准备通知单在考试前做好试剂、仪器、考场等准备,并确定考评员。

考生按照技能考试卷的要求,独立完成规定项目的操作。考试成绩为操作过程评分、测定结果评分和考试时限评分之和。考试时限包括操作时间和数据处理及结果计算时间。

考评员在考生开始操作的同时对考生的操作依据评分记录表上的评分标准逐点评分,并记录实得分。考评结束,考试成绩即可统计出来。

考生在技能考试时,不得参考任何资料,1名考生同时受到3名考评员的考评。每一题均要求获得60%以上的题分才算技能考试合格。当次考试不及格者不能重考。



(二) 基本要求

1. 考生应具备的操作技能

(1) 滴定分析(容量分析)操作技能。

1) 台秤(又称托盘天平)和分析天平的称量操作。

A. 能正确使用台秤对分析试样进行初称,做到调零、称量操作正确,读数准确。

B. 能使用分析天平在一定时间内准确称取2~3份试样。称量前要检查分析天平是否水平、砝码是否完好,调零及天平内外洁净等;称量前要正确使用称量瓶、开启天平、加减砝码、开关门、读数等;称量后要做到砝码回位、内外清洁、检查零点并关好门。

2) 玻璃仪器的操作。

A. 滴定管。能正确使用酸式和碱式滴定管。滴定前要洗涤、试漏、润洗、加液、排气、调零等;滴定时要控制滴定速度并要做到姿势正确,补加滴定溶液、加入半滴溶液及终点判断正确,读数准确;滴定后要洗涤用过的玻璃仪器,并使台面整洁干净。

B. 锥形瓶。洗涤要干净,摇瓶姿势要正确,淋洗锥形瓶内壁、沾落半滴溶液操作符合要求。

C. 移液管或吸量管。使用前要洗涤并用操作溶液润洗,吸液和放液操作正确;用后按要求放置。

D. 容量瓶要洗净并试漏,正确将试样溶解后定量装移,定容及摇匀操作正确。

3) 指示剂和辅助溶液的加入操作正确,加入时间恰当。

(2) 仪器分析操作技能。

1) 酸度计的操作。能正确使用酸度计(如pHS-2型酸度计)测定溶液的pH值和电位。要能在使用前检查电表读数,正确选择安装和使用电表(如指示电极:玻璃电极、氯电极、氟离子选择电极;参比电极:玻璃电极、甘汞电极等),正确进行校正、定位并测定,且读数准确,使用后能清洁及保存好电极,台面清洁。

2) 卡尔·费休直接电位滴定装置操作。能正确使用卡尔·费休电位滴定装置测定微量水分。要能检查仪器装置连接完好,正确加入试剂、试样和溶解试样,正确使用电磁搅拌器,电极插入适当,测定熟练、读数准确。

3) 分光光度计的操作。能正确使用分光光度计(如721型、751型分光光度计)测定有色溶液的吸光度。测定前要正确选择波长和灵敏度,正确调“0”和100%;测定时要正确使用参比溶液、比色皿、比色皿盒拉杆、开关比色皿暗箱盖,读数准确;测定后要关闭电源,取出比色皿洗净并盖好比色皿暗箱盖。

4) 缓冲溶液、显色剂、酸或碱溶液、还原剂等的加入要时间恰当、顺序正确。



(3) 理化性能测定。

- 1) 电导率仪的使用：能正确选择合适的电极和测定量程。
- 2) 阿贝折光仪的使用。
- 3) 旋光仪的使用。

2. 考生应具备的计算技能

(1) 数据记录和处理技能。能按试卷要求正确记录称样数据，算出试样质量或所取试样体积、标准溶液的浓度、消耗标准溶液的体积和空白试验消耗标准溶液的体积；能正确对所测定的数据按要求进行处理（如在坐标纸上绘制标准曲线）。

(2) 结果计算技能。能按试卷的要求，在规定时间内完成测定并计算出测定结果，还要能进行温度补正、玻璃仪器校正和计算允许差（误差）。

(三) 操作技能训练

1. 基本技能练习

(1) 分析天平的称量练习。从进入天平室开始，在 30 min 内完成下述工作：用差减法称取一定量的试样 3 份于锥形瓶中，并记录。

(2) 滴定管的准备和使用。在 15 min 内完成下述工作：洗净 1 支滴定管，并用自来水、蒸馏水、操作溶液清洗后，装好操作溶液，并调到 0.00 mL 刻度。滴定操作要达到熟练、准确，并记录。

(3) 移液管（或吸量管）的准备和使用。在 10 min 内完成下述工作：从容量瓶中用移液管将 3 份溶液移到锥形瓶中。

(4) 容量瓶的准备和使用。在 15 min 内完成下述工作：将容量瓶洗净，试样在小烧杯中溶解，并定量移到容量瓶中，加水稀释至刻度、摇匀。操作要熟练、准确。

(5) 酸度计的准备和使用。在 30 min 内完成下述工作：调节酸度计的有关旋钮，进行校正和定位，完成 pH 值或电位测定的准备。

(6) 卡尔·费休滴定装置的准备和使用。在 30 min 内完成下述工作：检查滴定装置的连接，加入甲醇溶液，滴加卡尔·费休试剂至电流突然增加至 10 ~ 20 μA 并至少保持 1 min。

(7) 标准系列溶液的配制。在 45 min 内完成下述工作：洗净 8 个容量瓶，并配置好标准系列浓度的溶液，摇匀。

(8) 标准曲线的绘制。在 30 min 内完成下述工作：调好分光光度计，进行比色并记录，在坐标纸上绘制标准曲线。

(9) 分光光度计的准备和使用。在 15 min 内完成下述工作：调节波长和灵敏度旋



钮,选择所需的单色光波长和灵敏度,调“0”和“100%”。

(10) 结果计算。在 30 min 内完成下述工作:滴定、分析和仪器分析(电位分析或分光光度计)的结果计算和允许计算。

2. 重点训练项目

(1) 标准溶液的配制与标定。EDTA 标准溶液、氢氧化钠标准溶液、盐酸标准溶液。

(2) 滴定分析(容量分析)项目。

1) 酸碱滴定。硫酸、乙酸、氢氧化钠、碳酸钠等含量的测定。

2) 氧化还原滴定法。硫酸铜、草酸、重铬酸钾等含量的测定。

3) 配位滴定法。氯化铝、碳酸钙、氧化锌等含量的测定。

4) 沉淀滴定法。氯化钠、氯化铵等含量的测定。

(3) 仪器分析项目。

1) 电位分析法。水的 pH 值、硫酸中氯含量、水中氟含量、尿素中水分等的测定。

2) 分光光度计分析法。水中总铁含量、水中正磷酸盐含量、尿素中缩二脲、工业硫酸中铁含量等的测定。

3. 训练操作指导

训练一 标准溶液的配制

了解不同性质标准溶液的配制方法，能正确选择配制所用的试剂及标准物质、仪器，掌握按标准和规范配制不同性质的标准溶液，并进行准确的标定操作。掌握不同 pH 值的标准缓冲溶液的计算及配制方法，能准确配制不同 pH 值的标准缓冲溶液。

重点：按标准和规范配制不同性质的标准溶液，并进行准确的标定操作。

附：标准溶液的配制与标定（GB 601—88）

（一）氢氧化钠标准溶液

$$c(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 配制

称取 100 g NaOH，溶于 100 mL 水中，摇匀。注入聚乙烯容器中，密闭放置溶液澄清。用塑料管虹吸 5 mL NaOH 饱和溶液的上层清液，注入 1000 mL 无 CO_2 的水中，摇匀。此溶液浓度约为 0.1 mol/L。

2. 标定

准确称取于 105 ~ 110 °C 烘至恒重的基准邻苯二甲酸氢钾 0.6 g（准确至 0.0001 g）。溶于 50 mL 无 CO_2 的水中，加 2 滴酚酞指示液（10 g/L），用配制好的 NaOH 溶液滴定至溶液呈粉红。同时做空白试验。

3. 计算

氢氧化钠标准溶液的浓度按下式计算：

$$c(\text{NaOH}) = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.2042}$$

式中： $c(\text{NaOH})$ ——NaOH 标准溶液之物质的量浓度，mol/L；

m ——NaOH 的质量，g；

V_1 ——NaOH 标准溶液的用量，mL；

V_2 ——空白试验 NaOH 标准溶液的用量，mL；

0.2042——与 1.00 mL NaOH 标准溶液 [$c(\text{NaOH}) = 1.000 \text{ mol/L}$] 相当的以克表示的邻苯二甲酸氢钾的质量。



(二) 盐酸标准溶液

$$c(\text{HCl}) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 配制

量取 9 mL 比重为 1.19 的浓 HCl, 注入 1000 mL 水中, 摇匀。此溶液浓度约为 0.1 mol/L。

2. 标定

称取 0.2 g 于 270 ~ 300 °C 灼烧至恒重的基准无水碳酸钠 (准确至 0.0001 g), 溶于 50 mL 水中, 加 2 滴甲基红指示剂, 用配制好的盐酸溶液滴定至溶液由黄色到橙色为终点。同时做空白试验。

3. 计算

盐酸标准溶液的浓度按下式计算:

$$c(\text{HCl}) = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.05299}$$

式中: $c(\text{HCl})$ ——HCl 标准溶液之物质的量浓度, mol/L;

m ——无水 Na_2CO_3 的质量, g;

V_1 ——HCl 标准溶液的用量, mL;

V_2 ——空白试验消耗 HCl 标准溶液的量, mL;

0.05299——与 1.00 mL HCl 标准溶液 [$c(\text{HCl}) = 1.000 \text{ mol/L}$] 相当的以克表示的无水 Na_2CO_3 的质量。

(三) 硫酸标准溶液

$$c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 配制

量取 3 mL 比重为 1.84 的浓 H_2SO_4 , 缓缓注入 1000 mL 水中, 冷却, 摇匀。此溶液浓度约为 0.1 mol/L。

2. 标定

同 HCl 标准溶液。



3. 计算

同 HCl 标准溶液。

(四) 碳酸钠标准溶液

$$c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 配制

称取 5.3 g 于 270 ~ 300 °C 灼烧至恒重的无水碳酸钠 (准确至 0.0001 g), 溶于 1000 mL 水中, 摇匀。此溶液浓度约为 0.1 mol/L。

2. 标定

量取 25.00 ~ 30.00 mL 上述配制好的碳酸钠溶液, 加入 20 mL 水, 加入 10 滴溴甲酚绿-甲基红混合指示剂, 用 0.1 mol/L 的盐酸标准溶液滴定至溶液由绿色变为暗红色, 煮沸 2 min, 冷却后继续滴定至溶液再呈暗红色。

3. 计算

碳酸钠标准溶液的浓度按下式计算:

$$c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) = \frac{V_1 \times c_1}{V}$$

式中: $c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right)$ ——碳酸钠标准溶液之物质的量浓度, mol/L;

V_1 ——盐酸标准溶液的用量, mL;

c_1 ——盐酸标准溶液之物质的量浓度, mol/L;

V ——碳酸钠溶液的用量, mL。

(五) 高锰酸钾标准溶液

$$c\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 配制

称取 3.3 g 高锰酸钾, 溶于 1050 mL 水中, 缓缓煮沸 15 min, 冷却后置于暗处保存 2 周。以 4 号玻璃滤漏斗过滤于干燥的棕色瓶中。



注:过滤高锰酸钾所使用的4号玻璃滤坩预先应以同样的高锰酸钾溶液缓缓煮沸5 min,收集瓶也要用此高锰酸钾溶液洗涤2~3次。

2. 标定

称取0.2 g于105~110℃烘至恒重的基准草酸钠,称准至0.0001 g。溶于100 mL硫酸溶液(8+92)中,用配制好的高锰酸钾溶液 $[c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) = 0.1 \text{ mol/L}]$ 滴定,近终点时加热至65℃,继续滴定至溶液呈粉红色保持30 s。同时做空白试验。

3. 计算

高锰酸钾标准溶液浓度按下式计算:

$$c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.06700}$$

式中: $c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4)$ ——高锰酸钾标准溶液之物质的量浓度, mol/L;

m ——草酸钠的质量, g;

V_1 ——高锰酸钾溶液的用量, mL;

V_2 ——空白试验高锰酸钾溶液的用量, mL;

0.06700——与1.00 mL高锰酸钾标准溶液 $c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) = 0.1 \text{ mol/L}$ 相当的以克表示的草酸钠的质量。

(六) 硫酸亚铁铵(或硫酸亚铁)标准溶液

$$c(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 试剂

(1) 硫酸亚铁铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$: 分析纯。

(2) 硫酸亚铁(FeSO_4): 分析纯。

(3) 硫酸(H_2SO_4): 分析纯。

(4) 磷酸(H_3PO_4): 分析纯。

(5) 二苯胺磺酸钠: 指示剂。

(6) 重铬酸钾($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$): $c(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0.1 \text{ mol/L}$ 标准溶液。



2. 配制

称取硫酸亚铁铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 22 g 溶于 1 L 硫酸 (50 g/L) 溶液中 (溶液浑浊须过滤)。

3. 标定

吸取硫酸亚铁铵溶液 20 mL 于 300 mL 三角瓶中, 用水稀释至 100 mL, 混匀, 加入硫酸-磷酸混合酸 10 mL, 4 g/L 二苯胺磺酸钠指示剂 2 滴, 用重铬酸钾标准滴定溶液滴定至蓝紫色不褪为终点。

4. 计算

硫酸亚铁铵 (或硫酸亚铁) 标准溶液的浓度按下式计算:

$$c[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] = \frac{c_1 \times V_1}{V}$$

$$c(\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{c_1 \times V_1}{V}$$

式中: c ——硫酸亚铁铵 (或硫酸亚铁) 标准溶液的浓度, mol/L;

V ——吸取硫酸亚铁铵 (或硫酸亚铁) 标准溶液的体积, 20 mL;

c_1 ——重铬酸钾标准溶液的浓度, mol/L;

V_1 ——消耗重铬酸钾标准溶液的体积, mL。

(七) 硝酸银标准溶液

$$c(\text{AgNO}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 配制

称取 17.5 g 硝酸银, 溶于 1000 mL 水中, 摇匀。溶液保存于棕色瓶中。

2. 标定

称取 0.2 g 于 500 ~ 600 °C 灼烧至恒重的基准氯化钠 (称准至 0.0001 g), 溶于 70 mL 水中, 加入 10% 铬酸钾水溶液 3 mL, 用硝酸银溶液滴定至出现红棕色为终点。同时做空白试验。



3. 计算

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.05844}$$

式中: $c(\text{AgNO}_3)$ —— AgNO_3 标准溶液之物质的量浓度, mol/L ;

m —— 基准 NaCl 的质量, g ;

V_1 —— AgNO_3 溶液的用量, mL ;

V_2 —— 空白试验中 AgNO_3 溶液的用量, mL ;

0.05844 —— 与 1.00 mL AgNO_3 标准溶液 [$c(\text{AgNO}_3) = 1.000 \text{ mol/L}$] 相当的以克表示的 NaCl 的质量。

(八) 溴酸钾标准溶液

$$c\left(\frac{1}{6}\text{KBrO}_3\right) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 试剂

(1) 溴酸钾 (KBrO_3): 分析纯。

(2) 硫代硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$): 标准溶液。

(3) 淀粉: 5 g/L。

2. 配制

称取 3 g 溴酸钾, 溶于 1000 mL 水中, 摇匀。此溶液浓度约为 0.1 mol/L。

3. 标定

量取 30.00 ~ 35.00 mL 配制好的溴酸钾 [$c(\frac{1}{6}\text{KBrO}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$] 滴定, 近终点时加 3 mL 淀粉指示液 (5 g/L), 继续滴定至溶液的蓝色消失。同时做空白试验。

4. 计算

$$c\left(\frac{1}{6}\text{KBrO}_3\right) = \frac{(V_1 - V_2) \times c_1}{V}$$

式中: $c(\frac{1}{6}\text{KBrO}_3)$ —— KBrO_3 标准溶液之物质的量浓度, mol/L ;

V_1 —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的用量, mL ;



V_2 ——空白试验 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的用量, mL;

V —— KBrO_3 溶液的用量, mL;

c_1 —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的物质的量浓度, mol/L。

(九) 乙二胺四乙酸二钠标准溶液

$c = 0.1 \text{ mol/L}$

1. 试剂

(1) 乙二胺四乙酸二钠 (EDTA): 分析纯。

(2) 氧化锌 (ZnO): 基准物质。

(3) 盐酸 (HCl): 20%。

(4) 氨水 ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$): 10%。

(5) 缓冲溶液 (氨水-氯化铵): $\text{pH} = 10$ 。

(6) 铬黑 T: 5 g/L。

2. 配制

称取 40 g 乙二胺四乙酸二钠, 溶于 1000 mL 水中, 加热, 摇匀。此溶液浓度约为 0.1 mol/L。

3. 标定

称取 0.25 g 于 800 °C 灼烧至恒重基准氧化锌 (准确至 0.0001 g), 用少量水润湿。加 2 mL 盐酸溶液 (20%), 使样品溶解, 加 100 mL 水, 用氨水溶液 (10%) 中和至 pH 为 7~8, 加 10 mL 氨水-氯化铵缓冲溶液 ($\text{pH} = 10$) 及 5 滴铬黑 T 指示液 (5 g/L), 用配制好的乙二胺四乙酸二钠标准溶液 [$c(\text{EDTA}) = 0.1 \text{ mol/L}$] 滴定至溶液由紫色变为纯蓝色。同时做空白试验。

4. 计算

乙二胺四乙酸二钠标准溶液的浓度按下式计算:

$$c(\text{EDTA}) = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.08138}$$

式中: $c(\text{EDTA})$ ——EDTA 标准溶液之物质的量浓度, mol/L;

m ——基准 ZnO 的质量, g;

V_1 ——EDTA 溶液的用量, mL;

V_2 ——空白试验 EDTA 溶液的用量, mL;



0.08138——与 1.00 mL EDTA 标准溶液 [$c(\text{EDTA}) = 1.000 \text{ mol/L}$] 相当的以克表示的 ZnO 的质量。

注：也可用 CaO 来标定 EDTA。方法同测 CaO 。

(十) 硫代硫酸钠标准溶液

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 试剂

- (1) 硫代硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)：分析纯。
- (2) 无水硫代硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)：分析纯。
- (3) 重铬酸钾 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)：基准物质。
- (4) 碘化钾 (KI)：分析纯。
- (5) 淀粉：5 g/L。

2. 配制

称取 26 g 硫代硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) (或 16 g 无水硫代硫酸钠)，溶于 1000 mL 水中，缓缓煮沸 10 min，冷却，放置 2 周后过滤备用。该溶液浓度约为 0.1 mol/L。

3. 标定

称取 0.15 g 于 120 °C 烘至恒重的基准重铬酸钾 (准确至 0.0001 g)，置于碘量瓶中，溶于 25 mL 水中，加 2 g 碘化钾及 20 mL 硫酸溶液 (20%)，摇匀。于暗处放置 10 min，加 150 mL 水，用配制好的硫代硫酸钠 [$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$] 滴定。近终点时加 3 mL 淀粉指示液 (5 g/L) 继续滴定至溶液由蓝色变为亮绿色。同时做空白试验。

4. 计算

硫代硫酸钠标准溶液的浓度按下式计算：

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.04903}$$

式中： $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液之物质的量浓度，mol/L；

m —— $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的质量，g；

V_1 —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的用量，mL；

V_2 ——空白试验 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的用量，mL；



0.04903——与 1.00 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 [$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 1.000 \text{ mol/L}$] 相当的以克表示的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的质量。

(十一) 重铬酸钾标准溶液

$$c\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 试剂

- (1) 重铬酸钾 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$): 分析纯。
- (2) 碘化钾 (KI): 分析纯。
- (3) 硫酸: 20%。
- (4) 硫代硫酸钠标准溶液: $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。
- (5) 淀粉: 5 g/L。

2. 配制

称取 5 g 重铬酸钾, 溶于 1000 mL 水中, 摇匀。该溶液浓度约为 0.1 mol/L。

3. 标定

量取 25.00 ~ 30.00 mL 配制好的重铬酸钾溶液, 置于碘量瓶加 2 g 碘化钾及 20 mL 硫酸溶液 (20%), 摇匀, 于暗处放置 10 min。加水 150 mL, 用硫代硫酸钠标准溶液 [$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$] 滴定, 近终点时加 3 mL 淀粉指示液 5 g/L, 继续滴定至溶液由蓝色变为亮绿色。同时做空白试验。

4. 计算

重铬酸钾标准溶液的浓度按下式计算:

$$c\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right) = \frac{(V_1 - V_2) \times c_1}{V}$$

式中: $c\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right)$ —— $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的物质的量浓度, mol/L;

V_1 —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的用量, mL;

V_2 —— 空白试验 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的用量, mL;

V —— 量取 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液的量, mL;

c_1 —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的物质的量浓度, mol/L。



(十二) 草酸标准溶液

$$c(\frac{1}{2}\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 试剂

- (1) 草酸 ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$): 分析纯。
- (2) 硫酸 (8+92)。
- (3) 高锰酸钾 (KMnO_4): 标准溶液。

2. 配制

称取 6.4 g 草酸, 溶于 1000 mL 水中, 摇匀。此溶液的浓度约为 0.1 mol/L。

3. 标定

量取 25.00 ~ 30.00 mL 配制好的草酸溶液 [$c(\frac{1}{2}\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = 0.1 \text{ mol/L}$], 加 100 mL 硫酸溶液 (8+92), 用高锰酸钾标准溶液 [$c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) = 0.1 \text{ mol/L}$] 滴定, 近终点时加热至 65 °C, 继续滴定至溶液呈粉红色保持 30 s。同时做空白试验。

4. 计算

草酸标准溶液的浓度按下式计算:

$$c(\frac{1}{2}\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = \frac{(V_1 - V_2) \times c_1}{V}$$

式中: $c(\frac{1}{2}\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)$ ——草酸标准溶液之物质的量浓度, mol/L;

V_1 —— KMnO_4 标准溶液的用量, mL;

V_2 ——空白试验 KMnO_4 的用量, mL;

V —— $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ 溶液的用量, mL;

c_1 —— KMnO_4 标准溶液的物质的量浓度, mol/L。

(十三) 碘标准溶液

$$c(\frac{1}{2}\text{I}_2) = 0.1 \text{ mol/L}$$



1. 试剂

- (1) 碘 (I_2): 分析纯。
- (2) 碘化钾 (KI): 分析纯。
- (3) 三氧化二砷 (As_2O_3): 基准物质。
- (4) 氢氧化钠溶液: $c(NaOH) = 1 \text{ mol/L}$ 。
- (5) 酚酞: 10 g/L 。
- (6) 碳酸氢钠 ($NaHCO_3$): 分析纯。
- (7) 淀粉: 5 g/L 。

2. 配制

称取 13 g 碘及 35 g 碘化钾, 溶于 1000 mL 水中, 稀释至 1000 mL , 摇匀。保存于棕色具塞瓶中, 此溶液浓度约为 0.1 mol/L 。

3. 标定

称取 0.15 g 预先在硫酸干燥器中干燥至恒重的基准三氧化二砷 (称准至 0.0001 g), 置于碘量瓶中, 加 4 mL 氢氧化钠溶液 [$c(NaOH) = 1 \text{ mol/L}$] 溶解, 加水 60 mL , 加 2 滴酚酞指示液 (10 g/L), 用硫酸溶液 [$c(1/2H_2SO_4) = 1 \text{ mol/L}$] 中和, 加 3 g 碳酸氢钠及 3 mL 淀粉指示液 (5 g/L), 用配制好的碘溶液 [$c(1/2I_2) = 0.1 \text{ mol/L}$] 滴定至溶液呈蓝色。同时做空白试验。

4. 计算

碘标准溶液的浓度按下式计算:

$$c\left(\frac{1}{2}I_2\right) = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.04946}$$

式中: $c\left(\frac{1}{2}I_2\right)$ —— I_2 标准溶液之物质的量浓度, mol/L ;

m ——称取基准 As_2O_3 的质量, g ;

V_1 ——滴定中 I_2 溶液的用量, mL ;

V_2 ——空白试验 I_2 溶液的用量, mL ;

0.04946 ——与 $1.00 \text{ mL } I_2$ 标准溶液 [$c\left(\frac{1}{2}I_2\right) = 1.000 \text{ mol/L}$] 相当的以克表示的

As_2O_3 的质量。



(十四) 氯化钠标准溶液

$$c(\text{NaCl}) = 0.1 \text{ mol/L}$$

1. 试剂

- (1) 氯化钠 NaCl : 分析纯, 经 $105 \sim 110^\circ\text{C}$ 烘干, 冷却后称取。
- (2) 硝酸银 AgNO_3 : 标准溶液 $c(\text{AgNO}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$ 。

2. 配制

称取 5.9 g 氯化钠, 溶于 1000 mL 水中, 摇匀。此溶液的浓度约为 0.1 mol/L 。

3. 标定

量取 $25.00 \sim 30.00 \text{ mL}$ 配制好的氯化钠溶液 $[c(\text{NaCl})] = 0.1 \text{ mol/L}$, 加 40 mL 水及 10 mL 淀粉溶液 (10 g/L), 用硝酸银标准溶液滴定。用 216 型银电极作指示电极, 用 217 型双盐桥饱和甘汞电极作参比电极。按 GB 9725 中二极微商法确定终点。

4. 计算

氯化钠标准溶液的浓度按下式计算:

$$c(\text{NaCl}) = \frac{V_1 \times c_1}{V}$$

式中: $c(\text{NaCl})$ ——氯化钠标准溶液之物质的量浓度, mol/L ;

V_1 ——硝酸银标准溶液的用量, mL ;

c_1 ——硝酸银标准溶液之物质的量浓度, mol/L ;

V ——氯化钠溶液的用量, mL 。



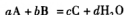
训练二 酸碱滴定

(一) 实验目的

- (1) 掌握酸碱滴定分析方法的原理和滴定操作的基本方法。
- (2) 掌握移液管、滴定管等有关仪器的使用方法，正确判断滴定终点。

(二) 实验原理

酸(A)与碱(B)的反应为:



当反应达到化学计量点时，则 A 的物质的量 n_A 与 B 的物质的量 n_B 之比为:

$$n_A/n_B = a/b$$

又因为:

$$n_A = c_A \cdot V_A \quad n_B = c_B \cdot V_B$$

所以,

$$c_A \cdot V_A = a/bc_B \cdot V_B$$

式中: c_A 、 c_B 分别为 A、B 的浓度 (mol/L), V_A 、 V_B 分别为 A、B 的体积 (mL)。

由此可见, 酸碱溶液经过比较滴定确定它们中和时所需的体积比, 即可确定它们的浓度比。如果其中一种溶液的浓度已确定, 即可求出另一溶液的浓度。

(三) 仪器和试剂

25 mL 酸性滴定管, 25 mL 碱性滴定管, 25 mL 移液管, 250 mL 锥形瓶, 滴定管夹 (蝴蝶夹), 滴定台, 洗耳球。

HCl 标准溶液 (0.1000 mol/L), HCl (未知浓度), NaOH 标准溶液 (0.1000 mol/L), NaOH (未知浓度), 酚酞指示剂, 甲基橙指示剂。

(四) 实验内容

1. 用 NaOH 标准溶液滴定未知浓度的 HCl 溶液

(1) 取已洗净的 25 mL 移液管 1 支, 用未知浓度的 HCl 溶液润洗 2~3 次, 然后吸取 25.00 mL 未知浓度的 HCl 溶液于锥形瓶中。加入 1~2 滴酚酞指示剂, 此时溶液呈无色。

(2) 将洗净的碱性滴定管用 NaOH 标准溶液润洗 2~3 次后, 装入 NaOH 标准溶液, 赶走滴定管下端的气泡, 记下液面读数 (或调整液面至“0”处)。

(3) 用 NaOH 标准溶液滴定未知浓度的 HCl 溶液至微红色, 并且红色在 30 s 内不



消失,即可认为已达滴定终点,记下液面读数。滴定前后管内液面读数之差即为滴定所消耗的 NaOH 标准溶液的体积。

按照上述操作再滴定一次,直到两次滴定所用 NaOH 标准溶液的体积相差不超过 0.02 mL 为止,取两次结果的平均值,求出 HCl 溶液的准确浓度。

2. 用 HCl 标准溶液滴定未知浓度的 NaOH 溶液

(1) 取已洗净的 25 mL 移液管 1 支,用未知浓度的 NaOH 溶液润洗 2~3 次,然后吸取 25.00 mL 未知浓度的 NaOH 溶液于锥形瓶中。加入 2 滴甲基橙指示剂,此时溶液呈黄色。

(2) 将洗净的酸式滴定管用 HCl 标准溶液润洗 2~3 次后,装入 HCl 标准溶液,赶走滴定管下端的气泡,记下液面读数(或调整液面至“0”处)。

(3) 用 HCl 标准溶液滴定未知浓度的 NaOH 溶液至黄色变为橙色,并在 15 s 内不再变为黄色,即为滴定终点,记下液面读数。滴定前后管内液面读数之差即为滴定所消耗的 HCl 标准溶液的体积。

按照上述操作再滴定一次,直到两次滴定所用 HCl 标准溶液的体积相差不超过 0.02 mL 为止,取两次结果的平均值,求出 NaOH 溶液的准确浓度。

(五) 思考题

(1) 下列情况对实验结果有何影响?

- 1) 滴定管读数时,视线在液面弯月面的上方。
- 2) 滴定完后,下端尖嘴外留有液滴。
- 3) 滴定过程中,锥形瓶摇动太剧烈,以致有些液体飞溅出去。
- 4) 滴定过程中,向锥形瓶中加入少量蒸馏水。

(2) 滴定前为什么要将滴定管内的气泡排出?它对滴定结果有何影响?



训练三 水的硬度测定

(一) 目的与要求

- (1) 了解络合滴定法测水硬度的原理、水硬度的表示方法及计算。
- (2) 掌握测定水硬度的方法。

(二) 方法原理

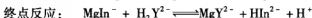
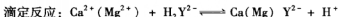
水的硬度是指溶解于水中的钙盐和镁盐的含量。其中，钙镁的酸式碳酸盐 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 经加热后能分解而产生沉淀，由这种盐所形成的硬度称为暂时硬度；钙、镁的其他盐，如硫酸盐、盐酸盐，经加热不能分解，这种盐所形成的硬度称为永久硬度。

常水（自来水、河水、井水等）含有较多的钙盐、镁盐，所以常水都是硬水，锅炉使用的常水都需进行水的硬度测定。

测定原理：取一定的水样，调节 $\text{pH} = 10$ ，以铬黑 T 为指示剂，用 EDTA 标准溶液 (0.01 mol/L) 滴定 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的总量，即可计算出水的硬度。其反应式为：



纯蓝色 酒红色



酒红色 纯蓝色

表示硬度常用的有以下两种方法：

(1) 将测得的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总量折算成 CaCO_3 ($\text{CaCO}_3 = 100.1$) 的重量，以每升水中含有 CaCO_3 的毫克数表示水的硬度， 1 mg/L 可写作 1×10^{-6} 。

(2) 将测得 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的总量折算成 CaO ($\text{CaO} = 56.08$) 的重量，以每升水中含有 10 mg CaO 为 1 度，亦称德国度。

(三) 仪器和试剂

酸式滴定管，50 mL 移液管，锥形瓶，250 mL 容量瓶，100 mL 量筒， 0.01 mol/L EDTA 标准液，氨-氯化铵缓冲液，铬黑 T 指示液，水样。

(四) 操作步骤

- (1) 0.01 mol/L EDTA 标准液的配制：移取 0.05 mol/L EDTA 溶液 50 mL 于 250 mL



容量瓶中,加水稀释至刻度,摇匀。

(2) 水硬度测定:量取水样 100 mL 于锥形瓶中,加 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{Cl}$ 缓冲液 ($\text{pH} = 10$) 5 mL,加铬黑 T 指示剂 5 滴,用 EDTA 标液 (0.01 mol/L) 滴定,溶液由酒红色变为纯蓝色,即为终点。

(3) 水的硬度计算:

$$\text{硬度} = (\text{mol/L} \times V)_{\text{EDTA}} \times 100 \times 10 \times 10^{-6} \text{ (mg/L)}$$

或

$$\text{硬度} = (\text{mol/L} \times V)_{\text{EDTA}} \times 56.08 \text{ 度}$$

(五) 注意事项

用 100 mL 量筒采集水样。

(六) 思考题

- (1) 硬度计算公式的来源是什么?
- (2) 硬度测试结果用几位有效数字表示?为什么?
- (3) 指示剂加入时及终点时反应为什么用 Mg^{2+} 而不是 Ca^{2+} 的反应?

训练四 氯化物中氯含量的测定（莫尔法）

（一）试验目的

掌握沉淀滴定法中以重铬酸钾为指示剂测定氯离子含量的原理和方法。

（二）实验原理

在中性或弱碱性溶液中，以重铬酸钾为指示剂，用硝酸银标准溶液进行滴定。由于 AgCl 的溶解度比 Ag_2CrO_4 的溶解度小，因此溶液中 AgCl 沉淀首先析出，当 AgCl 定量沉淀后，过量 AgNO_3 溶液即与 CrO_4^{2-} 离子生成砖红色 AgCrO_4 沉淀，指示滴定终点的到达。

（三）仪器和试剂

分析天平，50 mL 酸式滴定管，10 mL 量筒，25 mL 移液管，锥形瓶 3 只，100 mL 容量瓶。

硝酸银标准溶液，食盐样品，5% 重铬酸钾。

（四）实验步骤

- （1）准确称量一定量试样于烧杯中，加水溶解后转入 250 mL 容量瓶中定容。
- （2）准确移取上述试液 25.00 mL 2 份于 250 mL 锥形瓶中，加入 25 mL 水，1 mL 5% 重铬酸钾。
- （3）用硝酸银标准溶液缓缓滴定，至白色沉淀中呈现砖红色即为终点。

（五）数据处理

试样中氯离子的含量为：

$$W(\text{Cl}) = \frac{c(\text{AgNO}_3) \times V(\text{AgNO}_3) \times M(\text{Cl})}{m_{\text{样品}}}$$



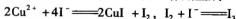
训练五 胆矾中铜的测定 (碘量法)

(一) 实验目的

掌握碘量法测定胆矾中铜含量的原理和方法。

(二) 实验原理

在微酸性介质中, Cu^{2+} 和 I^- 作用生成 CuI 沉淀, 并析出碘。反应式如下:



Cu^{2+} 和 I^- 的反应是可逆的, 为使 Cu^{2+} 的还原趋于完全, 须加入过量的 KI , 但由于生成的 CuI 沉淀强烈吸附 I_3^- , 使结果偏低。为了减少 CuI 沉淀对 I_3^- 的吸附, 用硫代硫酸钠滴定接近终点时, 可加入 KSCN , 使 CuI 转化成溶解度更小的 CuSCN , 其反应为:



CuSCN 对 I_3^- 的吸附较困难, 使 Cu^{2+} 和 I^- 的反应趋于完全。反应中生成的碘用硫代硫酸钠标准溶液滴定, 以淀粉为指示剂, 滴定至溶液的蓝色刚好消失为止。

反应时控制体系 pH 值在 $3 \sim 4$ 之间, 一般用稀硫酸调节。

(三) 仪器和试剂

分析天平, 50 mL 酸式滴定管, 10 mL 量筒, 10 mL 移液管, 锥形瓶 3 只, 100 mL 容量瓶, 100 mL 量筒, 洗瓶。0.1 mol/L 硫代硫酸钠标准溶液 10% KI 溶液, 10% KSCN , 3 mol/L 硫酸, 胆矾试样, 0.5% 淀粉指示剂, NaF 。

(四) 实验步骤

(1) 准确称取胆矾试样 $0.5 \sim 0.6 \text{ g}$, 置于 250 mL 锥形瓶中。

(2) 加入 3 mol/L 硫酸及 100 mL 去离子水, 样品溶解后, 加入 10 mL 饱和 NaF 溶液和 10 mL 10% KI 溶液, 摇匀后用 0.1 mol/L 硫代硫酸钠标准溶液滴定至浅黄色。

(3) 加入 5 mL 0.5% 淀粉溶液, 继续滴定至溶液呈浅蓝色时, 再加入 10 mL 10% KSCN 溶液, 混匀后, 再继续滴定蓝色刚好消失为止, 此时溶液为米色悬浊液。记录消耗的硫代硫酸钠标准溶液的体积, 平行测定 3 次。

(五) 数据处理

Cu 的质量分数的计算如下:

$$W(\text{Cu}) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times 10^{-3} \times M(\text{Cu})}{m}$$



训练六 折光率的测定

光线自一种透明介质进入另一种透明介质时,由于两种介质的密度不同,光的进行速度发生变化,即发生折射现象。一般折光率是指光线在空气中进行的速度与在供试品中进行速度的比值。根据折射定律,折光率是光线入射角的正弦与折射角的正弦的比值。

折光率与物质的结构有关。在一定条件下,纯物质具有恒定的折光率。折光率是有机化合物最重要的物理常数之一,可用来鉴定未知物或鉴定物质的纯度。测定值越接近文献值,就表明样品的纯度越高。作为液体物质纯度的标准,折光率比沸点更为可靠。利用折光率,可以鉴定未知化合物,也可以用于确定液体混合物的组成。所以,折光率的测定是鉴定物质纯度、结构常用的方法之一。

折射率是物质的一种物理性质。它是食品生产中常用的工艺控制指标。通过测定液态食品的折射率,可以鉴别食品的组成,确定食品的浓度,判断食品的纯净程度及品质。

物质的折光率因温度或光线波长的不同而改变,透光物质的温度升高,折光率变小;光线的波长越短,折光率就越大。通常用阿贝折射仪测定液体物质的折光率。阿贝折射仪是用来测定透明、半透明液体或固体的折光率(ND)和平均色散(NF~NC)的光学仪器,多以测定透明液体为主。

本实验主要介绍阿贝折射仪的使用方法。

(一) 实验目的

- (1) 了解阿贝折射仪测定折光率的基本原理。
- (2) 掌握液体有机化合物折光率的测定方法。

(二) 基本原理

通常把光在空气中的传播速度与其在待测物中的传播速度之比称为折光率。根据折射定律,波长一定的单色光,在一定的外界条件(如温度、压力)下,从一种介质进入另一种介质时,入射角 α 的正弦和折射角 β 的正弦之比对于这两种介质来说是一个定值。即

$$n = \sin \alpha / \sin \beta$$

其中: n ——相对折光率。

所以,在真空或空气(组成、密度不变时)中测定某种有机物,其折光率为一常数。



同一物质的折光率随入射光波长和测定温度的不同而不同。一般的,折光率随着入射光的波长降低而升高,随温度升高而降低。因此,在折光率表示中要注明测定时的温度和波长,即: n_{λ}^t , 其中: t 为温度 ($^{\circ}\text{C}$), λ 为波长 (nm)。一般测定温度为 20°C , 应用波长为 589.3 nm 的钠光, 钠光以 D 表示, 即: n_D^{20} 。

对于液体有机物来说, 一般温度每升高 1°C , 折光率随之下降 $0.00035 \sim 0.00055$, 通常取其平均近似值 0.0004 作为变温常数, 可供测定时的校正换算用。

(三) 仪器和试剂

阿贝折射仪, 滴管, 恒温槽, 脱脂棉或擦镜纸。

丙酮, 无水乙醇, 蒸馏水, 未知样品 $1 \sim 2$ 个。

(四) 实验步骤

1. 校正仪器

(1) 示值校准: 对折射棱镜的抛光面加 $1 \sim 2$ 滴溴代萘 (仪器中附有), 再贴上标准试样的抛光面, 当读数视场指示于标准试样上之值时, 观察望远镜内明暗分界线是否在十字线中间, 若有偏差则用螺丝刀微量旋转示值调节螺丝, 带动物镜偏摆, 使分界线象位移至十字线中心 (见图 1)。通过反复地观察与校正, 使示值的起始误差降至最小。校正完毕后, 在以后的测定中不允许随意再动此部位。

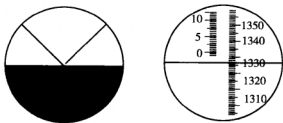


图 1 折射仪镜筒中的视野

(2) 每次测定前及进行示值校准时必须将进光棱镜的毛面、折射棱镜的抛光面及标准试样的抛光面, 用脱脂棉蘸少许无水乙醇或丙酮轻轻地朝单方向擦洗干净。

2. 测定

(1) 待洗镜的溶剂挥发干后, 用滴管将待测液体 $2 \sim 3$ 滴滴加在进光棱镜的磨砂面



上(滴管口千万别碰划镜面),再旋转锁紧手柄,合上棱镜,使液体夹在两棱镜的夹缝中成一层液层,液体要充满视野,且无气泡。若待测液体易挥发,则在测定过程中,需从棱镜侧面的一小孔滴加补充样液,以保证样液充满棱镜夹缝。

(2) 调节两个反光镜,使两个镜筒视野明亮。

(3) 转动手轮,使棱镜组转动,在目镜中观察明暗分界线上下移动;同时转动阿米西(Amici)棱镜手轮,消除视野中的彩色带,使明暗分界线清晰,当调到明暗分界线恰好处在十字线中心时,观察读数镜筒视野中右边标尺所指示的刻度值即是该液体的 n_D 值。

(4) 如果需要测定某一特定温度时的折射率,则将温度计旋入温度计套座内,用橡皮管把棱镜上恒温器接头与超级恒温槽连接起来,把恒温槽的温度调节到所需的测量温度,待温度稳定10 min后,即可进行测量。

(5) 测定完毕后,用洁净柔软的脱脂棉或擦镜纸将棱镜表面的样品擦去,再用蘸有丙酮或无水乙醇的脱脂棉球轻轻朝一个方向擦干净。待溶剂挥发干燥后,关上棱镜(严禁用手指触及棱镜)。

3. 实验内容

(1) 测定无水乙醇或蒸馏水的折射率。

(2) 测定未知样品(教师提供1~2个)。

(3) 每项测定重复3次,记录读数,取其平均值。并用变温常数换算成20℃时的折射率。

注意:(1)在滴加样品时,要小心操作,防止滴管触碰折射镜表面,否则镜面会划出伤痕而损坏。

(2) 阿贝折射仪只能测定折光率在1.3~1.7范围内的液体试样。

(3) 不要用阿贝折射仪测定强酸、强碱等有腐蚀性的液体。

(4) 在操作过程中,严禁油手或汗水触及光学零件,以免污染零件。

(5) 要注意保养仪器,搬动仪器时,应避免强烈振动或撞击,以防止损伤光学零件及影响仪器精度。

训练七 可见分光光度计的使用——溶液中铁含量的测定

在仪器分析中,紫外-可见分光光度法是历史悠久、应用最为广泛的一种光学分析方法。它是利用物质的分子或离子对某一波长范围的光的吸收作用,对物质进行定性分析、定量分析及结构分析,所依据的光谱是分子或离子吸收入射光中特定波长的光而产生的吸收光谱。按所吸收光的波长区域不同,分为紫外分光光度法和可见分光光度法,合称为紫外-可见分光光度法。可见分光光度法是一种常用的定量分析的方法,定量的依据是朗伯-比尔定律。

溶液对光的吸收除与溶液本身的性质有关,还与入射光波长、溶液浓度、液层厚度及温度等因素有关。朗伯和比尔分别研究了吸光度与液层厚度和溶液浓度之间的定量关系。

朗伯定律可表示为:当一适当波长的单色光通过一固定浓度的溶液时,其吸光度 A 与光通过的液层厚度成正比,即:

$$A = k_1 b$$

式中: b ——液层厚度;

k_1 ——比例系数,它与被测物质的性质、入射光波长、溶剂、溶液浓度及温度有关,朗伯定律对所有的均匀介质都适用。

比尔定律可表示为:当一适当波长的单色光通过溶液时,若液层厚度一定,则吸光度 A 与溶液浓度成正比,即:

$$A = k_2 c$$

式中: c ——物质的量浓度(或质量浓度);

k_2 ——与吸光物质种类、溶剂、入射光波长、液层厚度和溶液温度有关的常数。

比尔定律仅适用于单色光。

将上面两式合并称为朗伯-比尔定律,即:

$$A = \epsilon bc$$

式中: b ——液层厚度,单位为 cm ;

c ——物质的量浓度,单位为 mol/L ;

ϵ ——摩尔吸光系数,单位为 $\text{mol/L} \cdot \text{cm}$ 。

朗伯-比尔定律是均匀、非散色介质对光吸收的基本定律,是分光光度法进行定量分析的基础。

可见分光光度计的主要构造为:光源(钨灯)、单色器、吸收池(玻璃)、检测器、测量信号指示系统。



(一) 实验目的

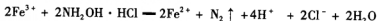
- (1) 学会 721 (或 722) 型分光光度计的使用方法。
- (2) 学会用邻二氮菲 (Phen) 法测定尿素中铁的含量。
- (3) 学习标准曲线的绘制方法。

(二) 基本原理

分光光度法定量的理论基础是朗伯-比尔定律,其数学表达式为: $A = \epsilon cL$ 。由于在入射光波长一定时,对某一吸光物质 A 是一个常数,当有色溶液的液层厚度一定时,溶液的吸光度只与溶液的浓度成正比,利用分光光度计测出溶液的吸光度,就可以计算出溶液的浓度,一般采用标准曲线法。

我国目前大多采用邻二氮菲分光光度法测定微量铁,此法准确度高,重现性好,在缓冲介质中, Fe^{2+} 与邻二氮菲生成橘红色配合物,其颜色的深浅与铁的含量成正比。

Fe^{2+} 在水溶液中与邻二氮菲反应,生成一种橙红色的螯合物,该螯合物很稳定,其稳定常数 $K_s = 2.0 \times 10^{21}$, 摩尔吸光系数 $\epsilon = 1.1 \times 10^4 \text{ mol/L} \cdot \text{cm}$ 。邻二氮菲与 Fe^{3+} 也能生成配位比为 3:1 的淡蓝色螯合物,在显色前要用盐酸羟胺将 Fe^{3+} 全部还原为 Fe^{2+} 。反应式为:



Fe^{2+} 与邻二氮菲在 $\text{pH} = 2 \sim 9$ 范围内都能显色,且其颜色与 pH 值无关。为了减少其他离子的影响,通常在微酸性 ($\text{pH} \approx 5$) 条件下显色。

(三) 仪器和试剂

721 (或 722) 型分光光度计, 1 cm 比色皿, 50 mL 容量瓶, 5 mL 吸液管, 10 mL 吸液管, 200 mL 烧杯, 洗瓶, 分析天平。

100 $\mu\text{g/mL}$ 标准溶液, 邻二氮菲 (0.15% 水溶液), 盐酸羟胺 (10% 水溶液, 用时配制), 醋酸铵 (5% 溶液), 6 mol/L 盐酸溶液。

(四) 实验步骤

1. 准备工作

- (1) 开启仪器的电源开关, 调波长选择钮至所需波长处 (本实验为 512 nm)。
- (2) 将灵敏度旋钮置 “1” 档。放大器灵敏钮有 5 档, 其选择原则是保证使空白档能良好。调到 “100%” 情况下, 尽可能采用较低档, 以使仪器有较高的稳定性。



(3) 打开吸收池暗箱盖, 调节“调零旋钮”使电表指针在“0”位置, 将空白溶液放入吸收池架中, 并处于校正位置, 然后将吸收池暗箱盖盖上, 使光电管受光, 旋转“100%”旋钮, 使电表指针在满度附近。

(4) 仪器预热 20 min。

(5) 经连续几次调整“0”和“100%”后, 即可测定。

(6) 用待测液将吸收池洗涤 3 次, 然后用擦镜纸轻轻擦干净吸收池外表。测量时注意将盛放待测液与空白试液的吸收池方向一致放入吸收池架, 吸收池架应恰好在凹槽位置。

2. 标准溶液的配制

准确称取 0.8634 g 分析纯 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 于 200 mL 烧杯中, 加入 20 mL 6 mol/L HCl 和少量水, 溶解后转移至 1 L 容量瓶中, 稀释至刻度, 摇匀。

3. 标准曲线的制作

用移液管吸取 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 铁标准溶液 10 mL 于 100 mL 容量瓶中, 加入 2 mL HCl, 用水稀释至刻度, 摇匀, 此溶液 Fe^{3+} 的浓度为 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

在 6 个 50 mL 容量瓶中, 用吸量管分别加入 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的铁标准溶液 0.0 mL、2.0 mL、4.0 mL、6.0 mL、8.0 mL、10.0 mL, 分别加入 1 mL 盐酸羟胺, 3 mL 邻二氮菲, 5 mL NH_4Ac 溶液, 每加入一种试剂时都要摇匀。然后, 用水稀释至刻度, 摇匀后放置 10 min。用 1 cm 比色皿, 以试剂为空白 (即 0.0 mL 铁标准溶液), 在 512 nm 波长下, 测量各溶液的吸光度。以铁标准溶液的体积为横坐标、吸光度 A 为纵坐标, 绘制标准曲线。

4. 待测样的测定

准确称取尿素试样 5 g 左右 (称准至 0.2 mg) 于 100 mL 烧杯中, 加入 20 mL 蒸馏水和 5 mL HCl 溶液, 煮沸 3 min, 冷却后移入 50 mL 容量瓶中, 加入 10% 盐酸羟胺 ($\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$) 溶液 2 mL, 放置 5 min 后加入 5% NH_4Ac 溶液 5 mL、0.15% 邻二氮菲水溶液 3 mL, 用蒸馏水稀释至刻度, 摇匀。放置 10 min 后同上进行分光光度分析, 测得其吸光度 (做 5 个平行样)。

5. 结果计算

根据溶液的吸光度从标准曲线上查出相当于 Fe^{2+} 标准溶液的体积, 按下式计算试样中铁的含量:



$$\text{Fe}\% = \frac{cV \times 100}{m_{\text{样}} \times 1000}$$

式中： c —— Fe^{2+} 标准溶液的浓度， $\mu\text{g/mL}$ ；

V ——从标准曲线上查得的 Fe^{2+} 标准溶液的体积， mL ；

$m_{\text{样}}$ ——试样的质量， g 。

6. 结束工作

(1) 关机。关闭开关并取下电源插头，取出比色皿洗净擦干，放好。盖好比色皿暗箱，盖好仪器。

(2) 清理台面，填写仪器使用记录。

注意：(1) 待测样取样量应经实验来调整，以其吸光度在标准曲线的适宜范围内为宜。

(2) 仪器底部有2只干燥剂筒，吸收池暗箱内有硅胶包，应保持其干燥，发现变色应立即换新或烘干后再用。



训练八 缩二脲含量的测定——分光光度法

(一) 引用标准

HG/T 2843—1997 化肥产品化学分析中常用标准滴定溶液、标准溶液、试剂溶液和指示剂溶液。

使用范围：该标准规定了用铜复盐分光光度法测定尿素中缩二脲含量。

该标准适用于由氨和二氧化碳合成制得的工农业用尿素缩二脲含量的测定。

(二) 原理

缩二脲在硫酸铜、酒石酸钾钠的碱性溶液中生成紫红色配合物，在波长为 550 nm 处测定其吸光度。

(三) 仪器和试剂

本试验方法所用试剂、溶液和水除特殊注明外，均应符合 HG/T 2843 要求。

水浴，30 ℃ ± 5 ℃；分光光度计，带有 3 cm 的吸收池硫酸铜溶液，15 g/L；酒石酸钾钠碱性溶液 50 g/L；缩二脲标准溶液 2.00 g/L。

(四) 分析步骤

1. 标准曲线的绘制

(1) 标准比色溶液的制备。按表 10 所示，将缩二脲标准溶液依次分别注入 8 个 100 mL 容量瓶中。

表 10 缩二脲标准溶液加入量

缩二脲标准溶液体积/mL	缩二脲的对应量/mg
0	0
2.50	5.00
5.00	10.0
10.0	20.0
15.0	30.0
20.0	40.0



续上表

缩二脲标准溶液体积/mL	缩二脲的对应量/mg
25.0	50.0
30.0	60.0

每个容量瓶用水稀释至约 50 mL, 然后依次加入 20.0 mL 酒石酸钾钠碱性溶液和 20.0 mL 硫酸铜溶液, 摇匀, 稀释至刻度, 把容量瓶浸入 $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水浴中约 20 min, 并不时摇动。

(2) 吸光度测定。在 30 min 内, 以缩二脲为零的溶液作为参比溶液, 在波长 550 nm 处, 用分光光度计分别测定标准比色溶液的吸光度。

(3) 标准曲线的绘制。以 100 mL 标准比色溶液中所含缩二脲的质量 (mg) 为横坐标, 相应的吸光度为纵坐标作图, 或求线性回归方程。

2. 测定

(1) 试液制备。根据尿素中缩二脲的不同含量, 按表 11 确定称样量后称样, 准确至 0.002 g。然后, 将称好的试料仔细转移至 100 mL 容量瓶中, 加少量水溶解 (加水量不得大于 50 mL), 放置至室温, 依次加入 20.0 mL 酒石酸钾钠碱性溶液和 20.0 mL 硫酸铜溶液, 摇匀, 稀释至刻度, 将容量瓶浸入 $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水浴中约 20 min, 并不时摇动。

表 11 不同缩二脲含量, 称取试料量

缩二脲 (X) /%	$X \leq 0.3$	$0.3 < X \leq 0.4$	$0.4 < X \leq 0.1$	> 0.1
称取试料量/g	10	7	5	3

(2) 空白试验。按上述操作步骤进行空白试验, 除不加试料外, 操作步骤和使用的试剂与测定时相同。

(3) 吸光度测定。与标准曲线绘制步骤相同, 对试液和空白试验溶液进行吸光度的测定。

注意: (1) 如果试液有色或浑浊有色, 除测定吸光度外, 另于 2 个 100 mL 容量瓶中各加入 20.0 mL 酒石酸钾钠碱性溶液, 其中一个加入与显色时相同体积的试料, 将溶液用水稀释至刻度, 摇匀。以不含试料的试液作为参比溶液, 用测定时的同样条件测定另一份溶液的吸光度, 在计算时扣除之。

(2) 如果试液只是浑浊, 则加入 0.3 mL 盐酸溶液 [$c(\text{HCl}) = 1\text{ mol/L}$], 剧烈摇动, 用中速滤纸过滤, 用少量水洗涤, 将滤液和洗涤液定量收集于容量瓶中, 然后按试



液的制备进行操作。

(3) 分析结果的表述。从标准曲线查出所测吸光度对应的缩二脲的质量或由曲线系数求出缩二脲的质量。

试料中缩二脲含量 (X), 以缩二脲的质量分数 (%) 表示, 按下式计算:

$$X = (m_1 - m_2) \times 10^{-3} \times 100 / m = (m_1 - m_2) / (m \times 10)$$

式中: m_1 ——试料中测得的缩二脲的质量, mg;

m_2 ——空白试验所测得的缩二脲的质量, mg;

m ——试料的质量, g。

取平行测定结果的算术平均值为测定结果, 所得结果表示至两位小数。

(4) 允许差。平行测定结果的绝对差值不大于 0.05%; 不同实验室测定结果的绝对差值不大于 0.08%。



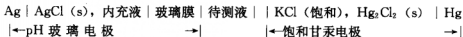
训练九 pH 计的使用

(一) 实验目的

- (1) 熟悉酸度计的工作原理，掌握测定 pH 值的原理。
- (2) 用 pHs-2C 型酸度计测量溶液的 pH 值，学会 pHs-2C 型酸度计的使用。

(二) 基本原理

电位法测定溶液的 pH 值，是以玻璃电极作指示电极，饱和甘汞电极作参比电极（现在大多数采用 pH 复合电极——pH 玻璃电极和银-氯化银参比电极组成的复合电极代替），浸入待测液中组成原电池，可写成：



原电池的电动势为：

$$E = \varphi_{\text{甘}} - \varphi_{\text{玻}} \quad (1)$$

$$E = \varphi_{\text{甘}} - K_{\text{玻}} + (2.303RT/F) \text{pH}_{\text{试}} \quad (2)$$

在一定条件下 $\varphi_{\text{甘}}$ 为常数，则：

$$E = K' + (2.303RT/F) \text{pH}_{\text{试}} \quad (3)$$

由式 (3) 可知，在一定条件下，原电池的电动势与待测试液的 pH 值呈线性关系，所以通过测量原电池的电动势，便可达到对溶液中 H^+ 浓度进行定量的目的。

式 (3) 中的 K' 不能由理论计算求得，可采用标准校正法将 K' 值互相抵消。即在测量待测液 pH 值之前，要先用标准 pH 缓冲溶液校正仪器，然后再测待测液，这样便可直接测得其 pH 值。其原理如下：

根据式 (3) 可得出标准 pH 缓冲溶液和待测溶液的原电池电动势分别为：

$$E_s = K' + (2.303RT/F) \text{pH}_s \quad (4)$$

$$E_x = K' + (2.303RT/F) \text{pH}_x \quad (5)$$

将式 (5) 减去式 (4)，得：

$$\text{pH}_x = \text{pH}_s + (E_x - E_s) / (2.303RT/F) \quad (6)$$

式中： pH_s 为已知数值，在相同条件下，通过测量 E_x 和 E_s 可以得出 pH_x 值。

(三) 仪器和试剂

pHS-2C 型酸度计，复合电极，250 mL 容量瓶，100 mL 烧杯，塑料洗瓶，滤纸，邻苯二甲酸氢钾，混合磷酸盐，四硼酸钠，氯化钾，蒸馏水，工业废水水样。



(四) 实验步骤

1. 标准缓冲液的配制

配制 pH 标准缓冲液的试剂为市售定量药品, 用时剪开装有邻苯二甲酸氢钾、混合磷酸盐、四硼酸钠的塑料袋, 将粉末倒入 250 mL 容量瓶中, 以少量无 CO₂ 蒸馏水冲洗塑料袋内壁数次, 转入容量瓶, 试剂完全溶解后, 容量瓶加蒸馏水并稀释至刻度, 摇匀, 贴上写有缓冲液名称、配制日期和配制人的标签, 备用。

2. 电极安装与仪器校正

- (1) 接通电源, 打开开关, 选择开关置 pH 档, 斜率顺时针旋足。
- (2) 取下电极座短路针, 电极入座。
- (3) 测量混合磷酸盐缓冲溶液温度, 将温度补偿旋钮调在该温度位置上。
- (4) 复合电极用蒸馏水洗净, 吸干后插入混合磷酸盐缓冲溶液, 1 min 后调“定位”钮至 pH 值显示为该温度下混合磷酸盐缓冲溶液的 pH 值 (查表 12 得到)。

表 12 标准缓冲溶液在不同温度下对应的 pH 值

组成 pH 值 温度/℃	邻苯二甲酸氢钾 0.05 mol/L	磷酸二氢钾 0.025 mol/L 磷酸氢二钠 0.025 mol/L	硼砂 0.01 mol/L
5	4.00	6.95	9.39
10	4.00	6.92	9.33
15	4.00	6.90	9.27
20	4.01	6.88	9.22
25	4.01	6.86	9.18
30	4.02	6.85	9.14
35	4.03	6.84	9.10
40	4.04	6.84	9.07
45	4.05	6.83	9.04
50	4.06	6.83	9.01
55	4.08	6.82	8.99
60	4.10	6.82	8.96



(5) 先用 pH 试纸粗略测定一下待测工业废水的酸碱性, 然后按仪器使用方法用酸性或碱性缓冲溶液校正仪器。

(6) 如果待测液为酸性: 取出复合电极用蒸馏水洗净吸干, 插入温度一致的邻苯二甲酸氢钾, 仪器显示 pH 值与表不一致时, 逆时针旋斜率, 使仪器显示同表值 4.00 为止。重复 (4) ~ (6) 步骤, 直至重复性可靠为止。电极洗净后, 插入酸性待测液, 仪器显示值即为待测液 pH 值。

(7) 如测偏碱性溶液时, 用硼砂作斜率, 校准液步骤同 (4) ~ (7)。

3. 测量

测 5 个工业废水样液, 记录显示 pH 值, 取平均值。

4. 结束工作

(1) 关机。关闭 pH 计电源, 拔出电源插头。取出复合电极用蒸馏水清洗干净置于饱和氯化钾溶液中保存, 电极的塑料帽中饱和氯化钾溶液量不足时要及时添加。

(2) 清理台面, 填写仪器使用记录。

注意: (1) 由于水样的 pH 值常常随空气中 CO_2 等因素的改变而改变, 因此水样分析要及时。

(2) 含油脂的水样必须滤去油脂后才能使用复合电极。

(3) 若样液为强碱溶液, 应控制温度在 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上, 迅速测量后应立即将电极冲洗干净。

(4) 若电极复合式, 闲置时浸入饱和氯化钾溶液内。

(5) 电极在测量前必须用已知 pH 值的标准缓冲溶液进行定位校准。

(6) 测量完毕, 浸泡在饱和 KCl 溶液内, 以保持电极球泡的湿润和吸补外参比溶液, 饱和 KCl 溶液内加 3 滴邻苯二甲酸氢钾, 保证 pH 为 4.00 ~ 4.50。

(7) 电极应避免长期浸在蒸馏水中或蛋白质溶液和酸性氟化物溶液中, 并防止和有机硅油脂接触。

(五) 仪器的维护及注意事项

(1) 酸度计放置于清洁、干燥的室内, 严防灰尘及腐蚀性气体侵入。所以, 酸度计一般不要放在化学实验室内使用。

(2) 仪器的输入端 (即玻璃电极插口), 必须保持清洁, 不用时要将短路插头插上, 以防止灰尘及湿气侵入。在湿度较高的场所使用时, 应把电极插头用干净布擦干。

(3) 仪器按下读数开关发现指针打针时, 应放开读数开关, 检查量程选择及校正开关位置及其他调节是否适当, 电极是否浸入溶液。



(4) 在使用过程中,不可太用力拨动旋钮或猛压开关,以免损坏零件。

(5) 当被测讯号较大,使指针超出表头刻度时,应转动量程开关使指针指示在表头刻度范围内,并需等待 1 min 左右,使指针稳定后才能读数。

(6) 测定时若发现读数经常缓慢变化,可拆开底板用电热吹风等工具加热读数开关,使其干燥,但温度不得超过 60 ℃。



训练十 比旋光度的测定

(一) 术语及符号

(1) 比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$ 。

(2) 液体的比旋光度。液体的比旋光度是指在液层长度为 1 dm，密度为 1 g/mL，温度为 20 ℃ 及用钠光谱 D 线波长测定时的旋光度。单位为 (°) (度)。

(3) 溶液的比旋光度。溶液的比旋光度是指在液层长度为 1 dm，浓度为 1 g/mL，温度为 20 ℃ 及用钠光谱 D 线波长测定时的旋光度。单位为 (°) (度)。

(二) 方法原理

从起偏镜透射出的偏振光经过样品时，由于样品物质的旋光作用，使其振动方向改变了一定的角度 α ，将检偏器旋转一定角度，使透过的光强与入射光强相等，该角度即为样品的比旋光度。

(三) 仪器

旋光仪（可读准至 0.01°），旋光管度的符号（其长度的测量精度为 0.1 mm）。

(四) 操作步骤

(1) 按产品标准的规定取样并配制溶液。

(2) 按仪器说明书的规定调整旋光仪，待仪器稳定后，用纯溶剂校准旋光仪的零点。

(3) 将待测液体或溶液充满洁净、干燥的旋光管，小心地排出气泡，将盖旋紧后放入旋光仪内。在 20 ℃ ± 0.5 ℃ 的条件下，按仪器说明书的规定进行操作并读取旋光度，准确至 0.01°，左旋以负号表示，右旋以正号表示。

(五) 结果的表示

液体的比旋光度按下式计算：

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha}{lp}$$

溶液的比旋光度按下式计算：

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{100\alpha}{lc}$$



式中: $[\alpha]_D^{20}$ ——20 ℃时, 用钠光谱 D 线波长测定时的比旋光度, °;

α ——测得的旋光度, °;

l ——旋光管的长度, dm;

p ——液体在 20 ℃时的密度, g/mL;

c ——溶液中有效组分的浓度, g/mol。

典型技能试题分析

1. 结晶氯化铝含量的测定

说明：(1) 本题满分 60 分，完成时间 100 分钟。

(2) 考试成绩为操作过程评分、测定结果评分和考核时间评分之和。

(3) 全部操作过程时间和结果处理时间计入时间定额。

操作步骤：称取约 3 g 试样，精确至 0.0002 g，置于 100 mL 烧杯中，加水溶解。全部转移到 250 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。用移液管准确移取 25 mL 此试验溶液，置于 100 mL 锥形瓶中。用移液管加入 20.00 mL EDTA 标准滴定溶液 (0.05 mol/L)，煮沸 1 min。冷却至室温，加 5 mL 272 g/L 的乙酸钠溶液和 2 滴 2 g/L 的二甲酚橙指示剂溶液。用 0.02 mol/L 氯化锌标准溶液滴定溶液滴定，溶液由黄色变为橙红色即为终点。记下消耗氯化锌标准溶液的体积。平行测定 3 次。

表 13 数据记录表

次数 内容	1	2	3
称量瓶和试样的质量 (第一次读数)			
称量瓶和试样的质量 (第二次读数)			
试样结晶氯化铝的质量 m/g			
EDTA 标准溶液的浓度 $c_1/(\text{mol/L})$			
移取的 EDTA 标准溶液的体积 V_1/mL			
氯化锌标准溶液的浓度 $c_2/(\text{mol/L})$			
滴定消耗氯化锌标准溶液的体积 V_2/mL			
温度补正值/ $^{\circ}\text{C}$			
试样中结晶氯化铝的百分含量/%			
平均值/%			
平行测定结果的极差/%			

以质量百分数表示结晶氯化铝 ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 的含量计算公式如下：



$$\begin{aligned} \text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}\% &= \frac{(c_1 V_1 - c_2 V_2) \times 0.2414}{m \times \frac{25}{250}} \times 100 \\ &= \frac{241.4 (c_1 V_1 - c_2 V_2)}{m} \end{aligned}$$

式中： c_1 ——EDTA 标准溶液的浓度，mol/L；

V_1 ——用移液管移取的 EDTA 的体积，mL；

c_2 —— ZnCl_2 标准溶液的浓度，mol/L；

V_2 ——滴定消耗 ZnCl_2 标准溶液的体积，mL；

m ——试样的质量，g；

0.2414——与 1.00 mL EDTA 标准溶液 [$c(\text{EDTA}) = 1.000 \text{ mol/L}$] 相当的以克表示的结晶氯化铝的质量。

以上是结晶氯化铝含量的测定试题内容，根据考核要求和试题中的说明，要得到 60% 的题分即 36 分才算滴定分析技能合格；操作和结果处理时间定额为 100 分钟，超出 100 分钟将被扣分直到本题不记成绩（参见本书第二部分评分记录表中的评分标准）；要取得好的成绩，操作过程、测定结果和考核时间均要取得好的成绩，这就要求操作正确、熟练，读数准确，记录无误，计算正确、快速。

按照操作步骤，须用分析天平称取试样，溶解和定量转移及定容；称取的试验溶液和加入的 EDTA 标准溶液必须用移液管准确量取，而加入的乙酸钠溶液用量筒量取即可；平行测定 3 次，即从容量瓶中移取 25 mL 试验溶液 3 份，分别置于 250 mL 3 个编号号的锥形瓶中。

从数据记录表可以看出，除要准确记录称取试样的质量、加入标准溶液的体积外，还要记录标准溶液的浓度和温度补正值（由鉴定站提供），按要求计算试样的含量及极差。

由计算公式计算试样的含量时，要注意公式中的系数和各项的单位是否正确。

本题主要考核考生的下述技能：分析天平的称量、容量瓶的准备和使用、移液管的使用、酸式滴定管的准备和使用、数据记录和计算。

2. 工业循环冷却水中正磷酸盐含量的测定

说明：（1）本题满分 40 分，完成时间 90 分钟。

（2）考试成绩为操作过程评分和考核时间评分之和。

操作步骤：取 20.00 mL 水样两份于 50 mL 容量瓶中。另取 9 个 50 mL 容量瓶，分别加入磷标准溶液（含 PO_4^{3-} 0.02 mg/mL）0.00 mL（空白）、1.00 mL、2.00 mL、3.00 mL、4.00 mL、5.00 mL、6.00 mL、7.00 mL、8.00 mL，各加水至约 25 mL。向水



样标准系列容量瓶各加 2.0 mL 钼酸铵溶液, 3.0 mL 抗坏血酸溶液, 用水稀释至刻度, 摇匀。放置 10 min, 在分光光度计 710 nm 波长处, 用 1 cm 比色皿, 一试剂空白参比溶液测定水样和标准系列溶液的吸光度。记录读数 (见表 14 和表 15)。

表 14

容量瓶编号	含 PO_4^{3-} 0.02 mg/L 磷标准溶液										水样	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
移取的体积/mL	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	20.00	20.00	
50 mL 溶液含 $\text{PO}_4^{3-}/\mu\text{g}$	0	20	40	60	80	100	120	140	160			
吸光度												

表 15

测定系数	1	2
水样中 PO_4^{3-} 含量/ (mg/L)		
测定结果 (算术平均值) / (mg/L)		
平行测定结果之差/ (mg/L)		

按照数据处理及结果计算: 以测得的标准系列溶液的吸光度为纵坐标, 相对应的 50 mL 溶液含 PO_4^{3-} 量 (μg) 为横坐标绘制工作曲线; 从工作曲线上查出所测水样吸光度对应的以 μg 表示的 PO_4^{3-} 含量。

以 mg/L 表示的水样中的正磷酸盐 (以 PO_4^{3-} 计) 含量 x 按下式计算:

$$x = \frac{m}{V}$$

式中: m ——从工作曲线上查得的以 μg 表示的 PO_4^{3-} 含量;

V ——移取水样的体积, mL。

以上是工业循环冷却水中正磷酸盐含量的测定试题内容, 根据考核要求和试题中的说明, 要得到 60% 的题分即 24 分仪器分析技能才能合格; 操作数据记录及处理、计算时间定额为 90 分钟, 超过 90 分钟将被扣分直到本题不记成绩 (参见本书第二部分评分记录表中的评分标准); 要取得好的成绩, 必须操作正确、熟练, 记录准确, 计算快捷。

按照操作步骤, 要用移液管和吸量管移取水样和磷标准溶液, 按照容量瓶的编号, 逐个移完后再逐个加钼酸铵溶液和抗坏血酸溶液; 水样和磷标准溶液必须准确移取, 而



钼酸铵和抗坏血酸溶液不需要如此严格加入；能使用分光光度计测定溶液的吸光度；按照数据记录表的要求记录读数。

按照数据处理及结果计算的要求，在坐标纸上绘制工作曲线，应用工作曲线查找水样中 PO_4^{3-} 含量，计算测定结果。

本题主要考核考生的下述技能：分光光度计的使用、比色皿的使用、标准系列溶液的配制、标准曲线的绘制与应用、数据记录和结果计算。

(四) 考前准备工作

1. 应考前的针对性练习

应考前针对性练习主要按照“操作技能鉴定考核重点表”中所列鉴定点和本章中的重点项目进行。

临近考试前，考生应到考场进行考前适应性练习，主要内容为：

- (1) 熟悉鉴定考场环境和鉴定站准备的试剂、仪器设备的浓度、规格、型号等。
- (2) 根据鉴定要求，演练一两个具有代表性的项目，以便熟悉操作过程、减轻考前的焦虑紧张心理，增强信心，发挥应有的水平。

2. 考场上的注意事项

- (1) 听从鉴定站工作人员的指挥。
- (2) 在严格按操作规程操作的基础上，应尽量提高操作速度。
- (3) 在不违反操作规程的基础上，尽量提高操作速度。先将试卷看一遍，做到心中有数，再进行操作，从而赢得时间。如在分光光度分析时，在配制标准系列有色溶液的同时，将试样溶液加液显色，再一起测吸光度就先配标准系列有色溶液、测吸光度、绘制工作曲线，再将试样溶液显色、测吸光度来得快。
- (4) 有疑问时必须向考评员询问清楚，以免本意是合理的而被扣分。如参加考试的考生多，前面的考生刚滴完，后面的考生要接着操作，在征得考评员同意的情况下，滴定管中的标准溶液可以不放掉、不洗涤，后面的考生接着加满标准溶液进行滴定。
- (5) 不要乱拿考场内别的试剂和玻璃仪器；若确有需要或损坏也必须经考评员同意，哪里拿来放回哪里。
- (6) 安全操作，处变不惊。
- (7) 废弃液倒入指定的地方。
- (8) 保持操作台干净，试卷卷面整洁。



(五) 技能模拟试卷

中级分析工模拟考试准备通知单

1. 试题一“碳酸钙含量的测定”准备

(1) 说明。

1) 本方法(参照 ZBG 12009—88)是用配合滴定分析法测定碳酸钙的含量。

2) 所用试剂应为分析纯试剂;所用水应为蒸馏水或同等纯度的水;所用容量仪器等应校正;若温度不在 20℃,结果需进行温度补正。

3) 本方法适用于方解石经磨粉而制得的天然碳酸钙含量的测定。

(2) 试剂、仪器准备(1 个人用量)。

1) 台秤:最大负载 1000 g,分度值 0.5 g 或最大负载 100 g,分度值 0.1 g (1 台)。

2) 分析天平:最大负载 200 g,分度值 0.1 mg (1 台)。

3) 玻璃棒 (1 支)。

4) 称量瓶:40 mm×25 mm (1 个)。

5) 表面皿 (1 个)。

6) 小滴瓶:60 mL (1 个)。

7) 量筒:5 mL、50 mL (各 1 个)。

8) 漏斗 (1 个)。

9) 容量瓶:250 mL (1 个)。

10) 移液管:25 mL (1 支)。

11) 洗耳球 (1 个)。

12) 锥形瓶:250 mL (3 个)。

13) 胶头滴管 (1 个)。

14) 药匙 (1 个)。

15) 烧杯:250 mL、500 mL (各 1 个)。

16) 洗瓶 (1 个)。

17) 酸式滴定管:50 mL (1 支)。

18) 盐酸:1+1 溶液 (15 mL)。

19) 氯化钠:固体试剂(分析纯 250 g 备用)。

20) 氢氧化钠:100 g/L 溶液 (60 mL)。

21) 三乙醇胺:1+3 溶液 (15 mL)。

22) 钙羧酸指示剂 [1-(2-羟基-4-磺基-1-萘偶氮)-2-羟基-3-萘甲酸(或



钠盐)]。

23) 钙羧酸混合指示剂: 将钙羧酸指示剂和氯化钠按 1+99 的比例置于带磨口塞的广口瓶中备用(少量)。

24) 乙二胺四乙酸二钠: 浓度 $c(\text{EDTA}) = 0.02 \text{ mol/L}$ 标准溶液 (120 mL)。

25) 碳酸钙: 工业品, 105 ~ 110 °C 下烘至恒重 (1.8 g)。

(3) 考场准备。

1) 考场整洁、卫生、明亮, 符合考核要求。

2) 座位安排合理, 考核方便。

3) 仪器齐全, 试剂存放合理并能满足考核用量。

4) 有符合安全要求的电源插座。

5) 上下水畅通。

(4) 评分方法。

1) 考评员必须严守考评员职责和守则。

2) 1 名考评员可以同时考评 3 ~ 5 名考生, 1 名考生同时受到 3 名考评员的考评, 取其算术平均值为最终考核成绩。

3) 考评员按评分记录表上的评分标准评分。

4) 本考卷总分为 100 分, 得 60 分及以上为合格, 且试题一得分不得少于 36 分, 试题二得分不得少于 24 分。

(5) 考核程序。

1) 发卷, 考生从考务工作人员处抽得考核工号并与准考证号、姓名、单位一起填在试卷和评分记录表上指定之处。

2) 由考务工作人员校验考生证件, 并将试卷和评分记录表上的密封区密封(无论考核从哪道试题开始, 上述 1)、2) 步骤只需进行一次)。

3) 考核开始, 考生和考评员各持密封了的有相同工号的试卷和评分记录表进行考试和考评, 考评员同时记录考核开始时间。

4) 考核结束, 考试交卷, 考评员记录考核结束时间。

5) 统分、登分。

(6) 将有关事项通知考生。

2. 试题二“生活饮用水 pH 值的测定”准备

(1) 说明。

1) 本方法(引用 GB 5750—85) 是用电位法测定生活饮用水及其水源水的 pH 值。以玻璃电极为指示电极, 饱和甘汞电极为参比电极, 插入溶液中组成原电池。在 25 °C 时, 每单位 pH 标度相当于 59.1 mV 电动势变化, 在仪器上直接以 pH 的读数表示。温



度差异在仪器上有补偿装置。

2) 本方法适用于生活饮用水及其水源水 pH 值的测定。

(2) 仪器、试剂准备 (1 人理论用量)。

均用分析纯以上纯度的试剂和蒸馏水或相同纯度的水。

1) 酸度计: 分度值为 0.02 pH 单位 (1 台)。

2) 玻璃指示电极 (1 支)。

3) 饱和甘汞参比电极 (1 支)。

4) 分度值为 1 °C 的温度计 (1 支)。

5) 邻苯二甲酸盐标准缓冲溶液: 称取 10.21 g 在 105 °C 烘干 2 h 的邻苯二甲酸氢钾 ($\text{C}_6\text{H}_4\text{CO}_2\text{HCO}_2\text{K}$), 溶于水, 并稀释至 1000 mL。此溶液的浓度 $c(\text{C}_6\text{H}_4\text{CO}_2\text{HCO}_2\text{K}) = 0.05 \text{ mol/L}$ (50 mL)。

6) 磷酸盐标准缓冲溶液: 称取 3.40 g 在 105 °C 烘干 2 h 的磷酸二氢钾 (KH_2PO_4) 和 3.55 g 磷酸氢二钠 (Na_2HPO_4), 溶于水, 并稀释至 1000 mL。此溶液的浓度 $c(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 0.025 \text{ mol/L}$, $c(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0.025 \text{ mol/L}$ (50 mL)。

7) 硼酸钠标准缓冲溶液: 称取 3.81 g 硼酸钠 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 溶于水中, 并稀释至 1000 mL (50 mL)。

标准缓冲溶液也可以用市售袋标准缓冲试剂配制。

8) 水样 (50 mL)。

(3) 考场装备。

1) 考场整洁、卫生、明亮, 符合考核要求。

2) 座位安排合理, 考核方便。

3) 仪器齐全、试剂存放合理并满足考核用量。

4) 有符合安全要求的电源插座。

5) 上下水畅通。

(4) 评分方法。

1) 考评员必须严守考评员职责和守则。

2) 1 名考评员可以同时考评 3 ~ 5 名考生, 1 名考生同时受到 3 名考评员的考评, 取其算术平均值为最终考核成绩。

3) 考评员按评分记录表上的评分标准评分。

(5) 考核程序。

1) 发卷, 考生从考务工作人员处抽得考核工号并与准考证号、姓名、单位一起填在试卷和评分记录表上指定之处。

2) 由考务工作人员校验考生证件, 并将试卷和评分记录表上的密封区密封 (无论考核从哪道试题开始, 上述 1)、2) 步骤只需进行一次)。



- 3) 考核开始,考生和考评员各持密封的有相同工号的试卷和评分记录表进行考试和考评,考评员同时记录考核开始时间。
- 4) 考核结束,考试交卷,考评员记录考核结束时间。
- 5) 统分、登分。
- (6) 将有关事项通知考生。

中级化学检验工模拟考试试卷

(一) 破酸钙含量的测定

1. 说明

- (1) 本题满分 60 分,完成时间 100 分钟。
- (2) 考核成绩为操作过程评分、测定结果评分和考核时间评分之和。
- (3) 全部操作过程时间和结果处理时间计入时间限额。

2. 操作步骤

称量约 0.6 g 在 105 ~ 110 °C 下烘至恒重的试样(精确到 0.0002 g)置于烧杯中,用少量水润湿,盖上表面皿,缓缓加入 (1+1) 盐酸溶液至试样完全溶解,加 50 mL 水,移入 250 mL 容量瓶中(必要时可用中速滤纸过滤,滤液和洗液一并移入容量瓶)加水至刻度,摇匀。移取 25.00 mL 置于 250 mL 锥形瓶中,加 5 mL 三乙醇胺 (1+3) 和 25 mL 水,用 100 g/L 的氢氧化钠中和后加入少量钙羧酸混合指示剂,再用 100 g/L 的氢氧化钠滴加至酒红色出线,并过量 0.5 mL,用乙二胺四乙酸二钠标准溶液 ($c = 0.02 \text{ mol/L}$) 滴至溶液由酒红色变为纯蓝色。平行测定 3 次。同时做空白实验。

3. 数据记录

表 16

次数 内容	1	2	3
称量瓶和试样的质量(第一次读数)			
称量瓶和试样的质量(第二次读数)			
试样的质量 m/g			
EDTA 标准溶液的浓度 $c/(\text{mol/L})$			



续表 16

次数 内容		1	2	3
试样	滴定消耗 EDTA 溶液的体积/mL			
	滴定管校正值/mL			
	溶液温度补正值/℃			
	实际滴定消耗 EDTA 溶液的体积 V_1 /mL			
空白实验	滴定消耗 EDTA 溶液的体积/mL			
	滴定管校正值/mL			
	溶液温度补正值/℃			
	实际滴定消耗 EDTA 溶液的体积 V_2 /mL			
试样中被测组分含量/%				
平均值/%				
平行测定结果的极差/%				

4. 计算公式

以质量百分数表示 CaCO_3 的含量:

$$\begin{aligned}\text{CaCO}_3\% &= \frac{c(V_1 - V_2) \times 0.1001}{m \times \frac{25}{250}} \times 100\% \\ &= \frac{100.1 \times c(V_1 - V_2)}{m} \times 100\%\end{aligned}$$

式中: c ——EDTA 标准溶液的浓度, mol/L;

V_1 ——滴定消耗 EDTA 的体积, mL;

V_2 ——空白试验消耗 EDTA 的体积, mL;

m ——试样的质量, g;

0.1001——1.00 mL EDTA 溶液 $c(\text{EDTA}) = 1.000 \text{ mol/L}$ 相当于 CaCO_3 的克数。

(二) 生活饮用水 pH 值的测定

1. 说明

(1) 本题满分 60 分, 完成时间 100 分钟。



(2) 考核成绩为操作过程评分、测定结果评分和考核时间评分之和。

2. 操作步骤

用苯二甲酸盐标准缓冲溶液和硼酸盐标准溶液校正酸度计, 将温度补偿旋钮调至标准缓冲溶液的温度处, 按照表 17 所标明的数据, 依次检查仪器和电极必须正确。用接近于水样 pH 值的标准缓冲溶液定位。

将酸度计的温度补偿旋钮调至所测水样的温度。浸入电极、摇匀、测定, 记录读数。平行测定两次。

表 17 标准缓冲溶液在不同温度时的 pH 值

温度/℃	苯甲酸标准缓冲溶液	磷酸盐标准缓冲溶液	硼酸盐标准缓冲溶液
0	4.00	6.98	9.46
5	4.00	6.95	9.40
10	4.00	6.92	9.33
15	4.00	6.90	9.28
20	4.00	6.88	9.22
25	4.01	6.86	9.18
30	4.02	6.85	9.14
35	4.02	6.84	9.10
40	4.04	6.84	9.07

3. 数据记录和结果计算

表 18

测定次数 内容	1	2
水样温度/℃		
pH 值		
测定结果 (算术平均值)		
平行测定结果的绝对值		



中级分析工模拟考试评分记录表

(一) 试题一“碳酸钙含量的测定”评分记录表 (见表 19)

表 19 试题一“碳酸钙含量的测定”评分记录表

开始时间

结束时间:

日期:

序号	评分点	配分	配分标准	扣分	得分	考核
一	称量					
1	台秤的使用	2	未调零, 扣 5 分 称量操作不正确, 扣 1 分 读数错误, 扣 0.5 分			
2	分析天平 称量前准备	2	未检查天平水平、砝码完好情况, 扣 0.5 分 未调零, 扣 1 分 天平内外不洁净, 扣 0.5 分			
3	分析天平 称量操作	7	称量瓶放置不当, 扣 1 分 开启升降枢不当, 扣 2 分 倾出试样不合要求, 扣 1 分 加减砝码操作不当, 扣 1 分 开关天平门操作不当, 扣 1 分 读数及记录不正确, 扣 1 分			
4	称量后处理	2	砝码不回位, 扣 0.5 分 不关天平门, 扣 0.5 分 天平内外不清洁, 扣 0.5 分 未检查零点, 扣 0.5 分			
二	定容					
1	定量瓶的使用	5	洗涤不合要求, 扣 0.5 分 没有试漏, 扣 0.5 分 试样溶解操作不当, 扣 1 分 溶液转移操作不当, 扣 1 分 定容操作不当, 扣 1 分 摇匀操作不当, 扣 1 分			



续表 19

序号	评分点	配分	配分标准	扣分	得分	考核
三	移液					
	移液管的使用	4	洗涤不合要求,扣0.5分 未润洗或润洗不合要求,扣1分 吸液操作不当,扣1分 放液操作不当,扣1分 用后处理及放置不当,扣0.5分			
四	滴定					
1	滴定前准备	5	洗涤不合要求,扣0.5分 没有试漏,扣0.5分 没有润洗,扣1分 装液操作不正确,扣1分 未排空气,扣1分 没有调零,扣1分			
2	滴定操作	10	加指示剂操作不当,扣1分 滴定姿势不正确,扣0.5分 滴定速度控制不当,扣1分 锥形瓶洗涤不合要求,扣1分 滴定后补加溶液操作不当,扣0.5分 半滴溶液的加入控制不当,扣2分 终点判断不正确,扣1分 读数操作不正确,扣1分 数据记录不正确,扣0.5分 平行操作的重复性不好,扣0.5分			
3	滴定后处理	3	不洗涤仪器,扣0.5分 台面、卷面不整洁,扣0.5分 仪器破损,扣2分			
五	分析结果	5	考生平行测定结果极差与平均值之比大于允差小于1/2倍允差,扣5分 考生平行测定结果极差与平均值之比大于1/2倍允差,扣5分			



续表 19

序号	评分点	配分	配分标准	扣分	得分	考核
五	分析结果	15	考生平均结果与参照值对比大于参照值小于1倍允差,扣4分 考生平均结果与参照值对比大于1倍小于或等于2倍允差,扣9分 考生平均结果与参照值对比大于2倍允差,扣15分			
六	考核时间		考核时间为100分钟。超过5分钟扣2分,超过10分钟扣4分,超过15分钟扣8分。以此类推,直到扣完本题分数为止			
合计		60				

考评负责人:

注:(1)以鉴定站所测结果为参照值,允许差不大于0.1%。

(2)平行测定结果允许差不大于0.04 mg/L。

(二) 试题二“生活饮用水 pH 值的测定”评分记录表 (见表 20)

表 20 试题二“生活饮用水 pH 值的测定”评分记录表

开始时间

结束时间:

日期:

序号	评分点	配分	评分标准	扣分	得分	考评员
1	操作过程	23	没有检查读数电表,扣1分 电极选择、安装不正确,扣2分 校正不正确,扣4分 定位不正确,扣3分 电极使用不正确,扣2分 测量操作不正确,扣3分 读数不准确,扣1分 按键(开关)操作不当,扣1分 未切断电源,扣1分 电极未清洁及保存,扣3分 台面不清洁,扣1分 没有盖好酸度计,扣1分			



续表 20

2	测定结果	5	考生平行结果大于允差小于或等于 1/2 倍允差, 扣 2 分 考生平行结果大于 1/2 倍允差, 扣 5 分			
		12	考生平行结果与参照值对比大于 1 倍小于或等于 2 倍允差, 扣 4 分 考生平均结果与参照值对比大于 2 倍小于 3 倍允差, 扣 8 分 考生平均结果与参照值对比大于 3 倍允差, 扣 12 分			
3	考核时间		考核时间为 60 分钟。超过 5 分钟扣 2 分, 超过 10 分钟扣 4 分, 超过 15 分钟扣 8 分。以此类推, 直到扣完本题分数为止			
合计		40				

考评负责人:

注: (1) 以鉴定站所测结果为参照值, 允许差不大于 0.1%。

(2) 平行测定结果允许差不大于 0.04 mg/L。

四、理论知识部分

(一) 基本要求

1. 化工操作员的职业道德、职业守则、职业功能

化工操作员的职业道德、职业守则和职业功能详见绪论部分。

2. 基本知识要点

(1) 误差相关知识 (几种误差的定义, 精密度和准确度的定义, 偏差和方差的定义, 有效数字的处理)。

(2) 重量分析法 (结晶、沉淀、灼烧的比较, 同离子效应, 异离子效应, 换算因数, 共沉淀现象, 酸效应, 配位效应等。重量分析法相关计算)。

(3) 水的离子积常数, 影响因素, 实验室用水的制取方法和级别分类, 对水质的



评价标准和指标,蒸馏水发生器的构造。

(4) 滴定分析(基准物质,物质的量,酸碱滴定法,沉淀滴定法,氧化还原滴定法,配位滴定法的概念;直接滴定法,返滴定法,置换滴定法,间接滴定法的概念;酸碱滴定,沉淀滴定,配位滴定的相关计算;各种滴定法的应用和使用范围,特性)。

(5) 化学平衡常数和化学反应速度, pH 值的计算。阿仑尼乌斯公式的理解。

(6) 朗伯-比尔定律,紫外和可见分光光度计的使用方法和理论知识。

(7) 基本仪器的使用和操作知识(包括移液管、量筒、烧杯、酸碱滴定管、电子天平的使用)。

3. 样品处理

(1) 采样的相关知识(固体、液体、气体采样的特点,采样量、采样器材、采样的注意点)。

(2) 样品交接的知识(对样品进行标注,注明样品的来源和接收之后的安置)。

(3) 对试样进行检测与测定(各种滴定方法的实际应用,检测过程中的注意事项,数据的记录和处理,结果的判定和签字)。

(4) 试验过程中的安全及安全相关知识(防火,有毒试剂的处理,受到药品接触之后的处理方式)。

(5) 仪器维修和养护(能对一般故障进行排除,能对常用仪器进行养护)。

(二) 基本知识

1. 化学基础知识

掌握化学反应速度的影响因素;化学反应速度的影响因素包括浓度、温度、压强、催化剂和反应物本身的性质等。其中主要因素是反应物性质,浓度、温度、压强和催化剂为外界因素。

(1) 对一般反应而言,若反应物的浓度恒定,则温度每升高 10°C , 反应速度增大到原来的 $2 \sim 4$ 倍。

(2) 在恒定的温度下,增加反应物的浓度可以使反应的速度呈比例增大。

(3) 对有气体参加的反应来说,增加压强相当于减少了气体体积,增加反应物的浓度,则可以增加反应的速度。

(4) 使用适当的催化剂可以改变化学反应的速度。

2. 掌握溶度积的原理与应用

溶度积的原理是 K_{sp} 等于离子积的常数,代表了物质溶解的能力。应用溶度积原理



能判断沉淀的生成和溶解。

对于 MA 型微溶化合物:

$$[M^{+}][A^{-}] = K_{sp}$$

式中: K_{sp} 为溶度积常数 (简称溶度积), 它是微溶化合物饱和溶液中各种离子浓度的乘积。 K_{sp} 的大小不仅与温度有关, 而且与溶液的离子强度大小有关。

对于下列沉淀的溶解平衡:



有:

$$K_{sp, AgCl} = [Ag^{+}][Cl^{-}]$$

利用 K_{sp} 值可以衡量难溶盐的溶解度, K_{sp} 值越小, 表示沉淀反应进行得越完全。

3. 沉淀与溶解

物质的沉淀和溶解与它的溶度积有关: 当离子浓度的乘积 (简称离子积) 等于溶度积时, 沉淀和溶解达到平衡, 为饱和溶液; 当离子积大于溶度积时, 沉淀会析出。离子积小于溶度积时, 沉淀会溶解, 如 $AgCl$ 等。影响沉淀与溶解的因素主要有同离子效应、盐效应、酸效应和配合效应。

(1) 溶解度。对于 MA 型微溶化合物, 有如下平衡:



则溶解度 s 为:

$$s = [M^{+}] = [A^{-}]$$

对于 M_nA_n 型微溶化合物, 有如下平衡:



则溶解度 s 为:

$$s = \frac{[M^{n+}]}{n} = \frac{[A^{n-}]}{n}$$

(2) 影响沉淀溶解平衡的因素。

1) 盐效应。在难溶电解质的饱和溶液中, 加入其他强电解质, 会使难溶电解质的溶解度比同温度时在纯水中的溶解度增大, 这种现象称为盐效应。

2) 同离子效应。适当增加沉淀剂的用量, 能使沉淀的溶解度降低 (一般过量 20%~100%)。利用同离子效应降低沉淀溶解度时, 应考虑盐效应的影响, 即沉淀剂不能过量太多。

3) 酸效应。酸效应对强酸盐沉淀影响不大, 对弱酸盐和多元酸盐影响较大, 对于不同类型沉淀的影响情况不一样。若沉淀是强酸盐, 如 $BaSO_4$ 、 $AgCl$ 等, 其溶解度受酸度影响不大; 但对弱酸盐如 CaC_2O_4 , 则酸效应影响就很显著。



4) 配位效应。可使沉淀溶解度增大, 对于有配位反应且沉淀的溶度积又较大, 易形成稳定配合物时, 要考虑配位效应。

5) 其他影响因素。①温度的影响; ②溶剂的影响; ③沉淀颗粒大小和结构的影响。

(3) 均相沉淀法。沉淀剂不是直接加到溶液中, 而是通过溶液中发生的化学反应, 缓慢而均匀地在溶液中产生沉淀剂, 从而使沉淀在整个溶液中均匀、缓缓地析出, 所得沉淀颗粒较大、结构紧密、纯净、易过滤。例如, 通过调节溶液 pH (滴加氨水) 控制草酸钙从溶液中缓慢而均匀地析出。

4. 分步沉淀、沉淀的转化

(1) 分步沉淀。如果在溶液中同时存在两种或者两种以上的离子, 加入的沉淀剂和这些离子又都可以生成沉淀时, 则离子积达到溶度积的那种难溶物首先沉淀。即溶度积小的先沉淀, 然后溶度积大的再沉淀, 这种先后沉淀的现象称为分步沉淀。

(2) 沉淀的转化。由一种难溶化合物转化为另一种更难溶化合物的过程, 叫做沉淀的转化。后者的溶度积比前者的溶度积小得越多, 这种转化就越容易。

5. 氧化还原反应的方向

氧化还原反应的方向判断是利用组成电池的电动势 E^{\ominus} ($E^{\ominus} = \psi_A^{\ominus} - \psi_B^{\ominus}$) 来判断反应进行的方向。

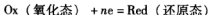
若 $\psi_A^{\ominus} > \psi_B^{\ominus}$, $E^{\ominus} > 0$, 则反应自发进行;

若 $\psi_A^{\ominus} < \psi_B^{\ominus}$, $E^{\ominus} < 0$, 则反应不能自发进行。

6. 了解电极电位的计算

(1) 条件电极电位。

氧化还原半反应为:



对于可逆的氧化还原电对, 在氧化还原反应的瞬间, 都能迅速地建立起氧化还原反应平衡, 其电位可用能斯特方程式 (Nernst Equation) 表示:

$$\varphi_{\text{Ox/Red}} = \varphi_{\text{Ox/Red}}^{\ominus} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{\alpha_{\text{Ox}}}{\alpha_{\text{Red}}}$$

式中: α_{Ox} 和 α_{Red} ——分别为氧化态和还原态的活度;

$\varphi_{\text{Ox/Red}}^{\ominus}$ ——电对的标准电极电位。

(2) 外界条件对电极电位的影响。

外界条件对电极电位的影响主要表现在:



(1) 配位、沉淀等副反应使有效浓度降低。

(2) 有 H^+ (或 OH^-) 参与反应时, pH 对电极电位的影响。

(3) 电对的氧化态 (C_{ox}) 生成沉淀 (或配合物) 时, 电极电位降低; 还原态 (C_{red}) 生成沉淀 (或配合物) 时, 电极电位增加。

7. 溶液

(1) 电解质的电离。

1) 电解质的电离是电解质溶解于水或受热熔化时, 离解成自由移动的离子的过程。

2) 电解质的电离可用电离方程式表示。

3) 电解质有强弱之分。强电解质在水溶液中完全电离。弱电解质在水溶液中只部分电离, 存在电离平衡。

4) 弱电解质的电离程度可通过电离度的大小来衡量, 电离度用 $\alpha = \sqrt{\frac{K}{c}}$ 表示。

(2) 强电解质溶液 pH 值的计算。

pH 值代表 H^+ 离子浓度的负对数。即: $pH = -\lg [H^+]$ 。

强电解质溶液在水中完全电离, 如 $HCl = H^+ + Cl^-$, $NaOH = Na^+ + OH^-$ 。

强电解质的 pH 值可以根据在溶液中完全电离来计算。

(3) 缓冲溶液的计算和配制。

1) 若缓冲溶液是弱酸, 则用其弱酸盐组成的混合溶液; 若缓冲溶液是弱碱, 则用其弱碱盐所组成的混合溶液。缓冲溶液的作用是保持溶液的 pH 值基本不变。

2) 缓冲溶液的组成: ①弱酸及其盐; ②弱碱及其盐; ③两性化合物; 多元酸的酸式盐。

3) 缓冲溶液的 pH 值计算。pH 值主要决定于溶液中弱酸或弱碱的电离常数和各组分的浓度比。

对弱酸盐和弱碱盐所组成的缓冲溶液, 其 pH 值为:

$$pH = pK_a - \lg \frac{c_{\text{酸}}/c^0}{c_{\text{盐}}/c^0}$$

对弱碱和弱酸盐所组成的缓冲溶液, 其 pH 值为:

$$pH = 14 - pK_b + \lg \frac{c_{\text{碱}}/c^0}{c_{\text{盐}}/c^0}$$

4) 缓冲溶液的性质。

A. 抗酸/碱, 抗稀释作用, 因为缓冲溶液中具有抗酸成分和抗碱成分, 所以加入少量强酸或强碱, 其 pH 值基本不变。稀释缓冲溶液时酸和碱的浓度比值不改变, 适当稀释不影响其 pH 值。



B. 缓冲容量。缓冲容量是衡量缓冲溶液缓冲能力大小的尺度。缓冲容量的大小与缓冲组分浓度和缓冲组分的比值有关。

(4) 物质的量浓度的计算。

1) 物质的量用公式表示为:

$$\text{物质的量 (mol)} = \frac{\text{物质的质量 (g)}}{\text{该物质的摩尔质量 (g/mol)}}$$

2) 物质的量浓度是指 1 L 溶液中所含溶质的物质的量。单位是 mol/L。用公式表示为:

$$\text{物质的量浓度 (mol/L)} = \frac{\text{物质的量 (mol)}}{\text{溶液的体积 (L)}}$$

(5) 标准溶液的配制。标准溶液的配制方法有直接法和间接法。

直接法是利用纯品试剂(基准试剂)直接配制成标准溶液。根据基准物质质量和溶液体积,可求得标准溶液的浓度。

间接法是将一般试剂先配成所需的近似浓度溶液,然后用基准物质或一种标准溶液来测定其准确的浓度。

8. 化学试剂

(1) 掌握制备和检验实验室用水的方法和操作。

1) 制备。制备实验室用水常用的方法是蒸馏法和离子交换法及电渗析法等,主要要求掌握蒸馏法和离子交换法。

2) 掌握检验实验室用水的方法和操作。我国国家标准规定实验室用的净化水分 3 个等级。

检验方法主要有以下三种:①阳离子的检验;②氯离子的检验;③指示剂法检验 pH 值。

(2) 掌握试剂的处理和选用。化学试剂虽然都按国家标准检验,但不同制造厂或不同场地的化学试剂在性能上有时表现出某种差异,应根据不同的分析要求选用不同等级的试剂。

(3) 掌握配制标准溶液的方法。已知准确浓度的溶液叫做标准溶液。它的配制方法有两种——直接法和标定法。

1) 标准溶液和基准物。各种滴定分析都需要使用标准溶液,即浓度已知的溶液,标准溶液浓度的确定有两种方法:直接法和间接法。在间接法中,需要使用到基准物。那么,什么物质可以作为基准物呢?

基准物应具备以下条件:①必须具有足够的纯度;②组成与化学式完全相同;③稳定;④具有较大的摩尔质量(可降低称量误差)。



常用的基准物有： $K_2Cr_2O_7$ ， $Na_2C_2O_4$ ， $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ， $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ， $CaCO_3$ ， $NaCl$ ， Na_2CO_3 。

2) 标准溶液的配制。

A. 直接配制。在分析天平上准确称取一定量干燥的基准物溶于水后，转入已校正的容量瓶中，用水稀释至刻度、摇匀，即可标出其浓度。

采用直接法配制标准溶液的物质应具备以下条件：①必须具备足够的纯度，一般使用基准试剂或优级纯；②物质的组成应与化学式完全相等，应避免物质结晶水丢失和吸湿性物质潮解；③稳定——见光不分解，不氧化。

B. 间接配制。很多物质不符合基准物的条件，一般是先将这些物质配成所需近似浓度溶液，再用基准物标定其准确浓度。

当不能采用直接法配制标准溶液时，需要按下列步骤进行配制：①配制溶液：粗称（使用台秤）或量取一定量物质，溶于一定体积的溶剂（水）中；配制成近似所需的浓度。②标定：用分析天平准确称取一定量基准物或用另一种已知浓度的标准溶液来滴定，确定滴定终点所消耗的滴定剂体积。③确定浓度：由基准物质量（或体积和浓度），计算确定之。

(4) 标准溶液的储存。标准溶液的储存应注意以下几点：

- 1) 溶液应密封保存，以防止水分蒸发。
- 2) 见光易分解、易挥发的溶液应储存于棕色瓶中。
- 3) 对玻璃有腐蚀的溶液，应储存于塑料瓶或橡皮塞玻璃瓶。

(三) 化学分析方法

1. 滴定分析

滴定分析中主要要求掌握化学分析的基本理论、方法原理及基本计算等知识，主要包括酸碱滴定、氧化还原滴定、配位滴定、沉淀滴定等。

(1) 滴定分析术语。

1) 滴定分析法。通过使用容量器皿（滴定管、移液管、容量瓶）与指示剂来确定试样的浓度的方法。

2) 标准溶液。滴定分析中，使用一种浓度已知的溶液，根据滴定过程中该溶液所消耗的准确体积量来确定待测溶液的浓度，该溶液称为标准溶液。标准溶液的有效数字位数必须是4位。

3) 化学计量点（等当点）。当加入的滴定剂物质量与待测物的物质量之间刚好满足化学反应式所表示的化学计量关系时，反应即达到了化学计量点，此时两种物质的物质量相等。也称等当点。



4) 滴定曲线。即滴定剂体积与溶液参数之间的关系曲线。在酸碱滴定中, 溶液参数为 pH; 在配位滴定中, 溶液参数为金属离子的 pM; 在氧化还原滴定中, 溶液参数为电位。

5) 指示剂。在化学计量点附近有颜色变化, 指示滴定终点到达的有色物质。

6) 滴定终点。指示剂发生颜色变化, 停止滴定点。滴定终点与化学计量点不一定相等。

7) 终点误差。滴定终点与化学计量点不相等, 由此所造成的误差。指示剂选择不当将产生较大的终点误差。

8) 基准物质。纯度高、稳定、组成确定, 用来确定标准溶液的浓度。

9) 滴定与标定。使用基准物质确定标准溶液的浓度的滴定过程常称为标定; 使用标准溶液确定试样的滴定操作常称为滴定。

滴定分析简单方便、准确度高, 在常量分析中普遍采用。滴定分析的一些基本操作也是仪器分析操作者所必须具备的, 如试样溶液的配制、转移, 标准溶液浓度的确定, 试样的预处理等。掌握滴定分析操作及其计算是化学工作者应具备的基本技能。

10) 滴定分析对化学反应的要求。由于滴定分析中“量”的要求, 因此并不是任意一个化学反应都可用于滴定。可用于滴定分析的化学反应较少, 滴定分析对化学反应有以下要求:

A. 反应定量完成。例如, KMnO_4 和 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 不能直接反应是由于产物不单一。可通过让 KMnO_4 首先与 I^- 反应, 生成的 I 再与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应, 间接进行, 两步反应均定量进行。

B. 无副反应。

C. 反应完全。对配位滴定, 条件稳定常数大 (K'_{MY} 大); 对沉淀滴定, K_{sp} 小。

D. 反应速度快。一般滴定过程不需要加热, 但个别滴定过程需要加热, 如高锰酸钾与草酸间的滴定反应, 温度低时, 反应很慢。

E. 有比较简便的方法确定反应终点。

F. 有合适的指示剂。

11) 滴定方式分类。

A. 直接滴定法。例如, 强酸滴定强碱, EDTA 滴定金属离子等。

B. 间接滴定法。例如, 氧化还原法测定钙, 酸碱滴定法测定 NH_4^+ 。

C. 返滴定法。例如, 配位滴定法测定铝。

D. 置换滴定法。

(2) 酸碱滴定法。

要点:



1) 掌握酸碱滴定原理。

酸碱滴定法是利用酸碱间的反应来测定物质含量的方法,反应实质是 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 。

2) 掌握酸碱指示剂的选择。

利用酸碱滴定法测定物质含量的反应,绝大多数没有外观上的变化,因此必须借助酸碱指示剂颜色改变来指示滴定终点的到达,而选择酸碱指示剂的依据是滴定突跃范围的 pH 值。为了选择适当的指示剂,必须了解滴定化学计量点附近 pH 值的变化情况。

从滴定曲线分析、滴定到理论终点附近溶液 pH 值所发生的突跃现象有重要的实际意义,它是选择指示剂的依据,依据是变色范围全部或一部分在滴定突跃范围内的指示剂可选用来指示滴定终点。

此外,强碱滴定强酸的滴定突跃范围大小,不仅与体系的性质有关,而且还与酸碱溶液的浓度有关。

所以,必须掌握酸碱滴定曲线的绘制和指示剂的选择,其中包括强酸滴定强碱、强碱滴定强酸、强碱滴定弱酸、强酸滴定弱碱以及了解多元酸的滴定。

3) 掌握酸碱标准溶液的配制和标定。

酸标准溶液的配制和标定:

A. 配制。酸标准溶液通常用盐酸来配制,盐酸是强酸、没有氧化性,不会破坏指示剂。用浓盐酸配制标准溶液时,考虑到浓盐酸的挥发性,应适当多量取一些。

B. 标定。标定酸溶液的基准物质是无水 Na_2CO_3 ,在 $180\text{ }^\circ\text{C}$ 的烘箱中干燥 $2\sim 3\text{ h}$,然后放入干燥器中冷却备用。

碱标准溶液的配制和标定:

A. 配制。配制碱标准溶液应用最多的是氢氧化钠,配制 NaOH 标液时不能用直接法,而应采用间接法。配制好的 NaOH 溶液最好储存在塑料瓶中,也可以保存在用橡皮塞密封的试剂瓶中。

B. 标定。掌握用基准物质邻苯二甲酸氢钾和草酸的标定过程。

(3) 配位滴定法。

要点:

1) 掌握配位滴定的基本原理和条件,以 EDTA 法为主。其反应式如下:



式中: M^{n+} 表示 $1\sim 4$ 价的金属离子, H_2Y^{2-} 表示用于 EDTA 的阴离子,此法主要用于测定金属离子。

作为配位滴定的反应必须符合以下条件:①生成的配合物要有确定的组成;②生成的配合物要有足够的稳定性;③配合反应速度要足够快;④有适当的反映理论终点到达



的指示剂或其他方法。

2) 了解 EDTA 的性质与金属离子配合的特点。

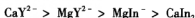
A. 稳定性强。

B. 络合比简单。EDTA 与金属离子配合的特点是不论金属离子是几价的，它们大都是以 1:1 的关系配合，同时释放出 2 个 H^+ 。



C. 掌握 EDTA 标准溶液的配制和标定。

D. 掌握工业用水中总硬度的测定。水硬度主要指水中含有可溶性钙盐和镁盐的多少，EDTA 和金属指示剂铬黑 T 分别与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 形成配合物，这种配合物的稳定顺序为：



无色 无色 红色 红色

在水样中加入少量铬黑 T 指示剂时，它依次为 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、生成红色络合物的 $MgIn^-$ 和 $CaIn^-$ ，反应式如下：

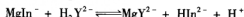


蓝色 红色



蓝色 红色

当用 EDTA 标液滴定时，EDTA 首先依次与游离的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 络合，然后再依次与 $CaIn^-$ 、 $MgIn^-$ 反应。

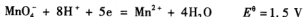


释放出来的 HIn^{2-} 使溶液显指示剂的蓝色，表示到达滴定终点。上述反应可用于测定 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的总含量，也就是测定的总硬度。

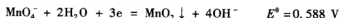
(4) 氧化还原滴定。

要点：

1) 掌握 $KMnO_4$ 法的原理和条件。 $KMnO_4$ 是一种较强的氧化剂，在强酸性溶液中与还原剂作用。



在弱酸或碱性溶液中， $KMnO_4$ 与还原剂作用。



利用 $KMnO_4$ 作氧化剂，可用直接法测定还原性物质，也可用间接法测定氧化性物质。

标定 $KMnO_4$ 时，必须掌握以下几个滴定条件：



A. 温度。将溶液加热到 75 ~ 85 °C, 在此条件下进行滴定, 终点温度不能低于 60 °C。

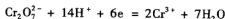
B. 酸度。酸度应保持在 $c_{H^+} = 1 \text{ mol/L}$ 左右。若酸度过低, 则 MnO_4^- 会部分还原为 MnO_2 , 出现棕色沉淀; 若酸度过高, 会使 $C_2O_4^{2-}$ 分解。

C. 滴定速度。在第一滴 $KMnO_4$ 没有褪色以前, 不要加入第二滴, 等到几滴 $KMnO_4$ 起了作用, 产生了 Mn^{2+} , 滴定可加快, 但不能使 $KMnO_4$ 溶液像流水般滴下去, 那样易使 $KMnO_4$ 在热溶液中分解。



近终点时要慢慢地加入 $KMnO_4$, 并不断振荡, 至溶液呈淡粉色在半分钟内不消失为止, 此时即达终点。

2) 掌握重铬酸钾法的原理和条件。重铬酸钾法是用 $K_2Cr_2O_7$ 作标准溶液的氧化还原滴定法, 在酸性溶液中被还原为 Cr^{3+} 。



3) 掌握碘量法的原理和条件。碘量法是利用指示剂的氧化性和碘离子的还原性来滴定的分析方法。



判断碘量法的终点, 常用淀粉为指示剂, 直接碘量法的终点是从无色变蓝色, 间接碘量法的终点是从蓝色变无色。

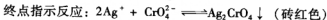
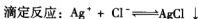
淀粉溶液应在滴定近终点时加入, 如果过早地加入淀粉会吸附较多的 I_2 , 使滴定结果产生误差。

(5) 沉淀滴定。

要点:

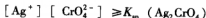
1) 掌握莫尔法的原理和条件。

A. 原理。用铬酸钾作指示剂, 在中性或弱碱性介质中用硝酸银标准溶液测定卤素化合物含量的方法。



B. 滴定条件。莫尔法在操作时, 主要控制指示剂的用量和溶液的酸度。

到达理论终点时, Ag_2CrO_4 开始析出沉淀, 此时所需 $[CrO_4^{2-}]$ 浓度应按下式计算。



$$[CrO_4^{2-}] \geq K_{sp} / [Ag^+]^2 = 2 \times 10^{-12} / 1.6 \times 10^{-10} = 1.3 \times 10^{-2} (\text{mol/L})$$

经实验证明, $[CrO_4^{2-}]$ 最适宜的用量是 5% 的溶液, 每次加入 1 ~ 2 mL。

莫尔法测定 Cl^- 最适宜的 pH 值是 0.5 ~ 6.5, 当有铵离子存在时应控制在 6.5 ~



7.2 之间。

2) 熟悉滴定分析结果的计算。化验分析结果计算, 首先应找出各物质间的量的关系, 然后再根据要求进行计算。一般在滴定分析中要掌握以下几种量的计算关系:

A. 标准溶液与待测溶液之间的计算关系:

$$c_{\text{标}} \cdot V_{\text{标}} = c_{\text{测}} \cdot V_{\text{测}}$$

B. 溶液浓度与物质质量之间的计算关系:

$$c \cdot V = m/M$$

C. 物质百分含量的计算关系:

$$m_x = c_{\text{标}} \cdot V_{\text{标}} \cdot M_x / 1000$$

式中: $x\%$ ——待测物质的百分含量, %;

m_x ——待测物质的质量, g;

$V_{\text{标}}$ ——标准溶液的体积, mL;

$c_{\text{标}}$ ——标准溶液的浓度, mol/L;

M_x ——待测物质的摩尔质量, g/mol。

由于滴定分析的操作方法不同, 所以测定结果的计算方法也不同, 应该掌握如下几种:

A. 直接滴定 (涉及一个反应)。滴定剂与待测物之间的反应式为:



当滴定到化学计量点时, a 摩尔 A 与 b 摩尔 B 作用完全, 则:

$$n_A/n_B = a/b, \quad n_A = (a/b) n_B$$

$$(cV)_A = (a/b) (cV)_B$$

或:

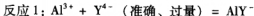
$$(cV)_A = (a/b) (m/M)_B$$

酸碱滴定中, 标准溶液浓度通常为 0.1 mol/L 左右, 滴定剂消耗体积在 20 ~ 30 mL 之间, 由此可计算称取试样量的上限和下限。

B. 返滴定 (涉及两个反应)。

例: 配位滴定法测定铝离子浓度。

准确量取一定量含铝溶液, 先加入准确体积的、过量的标准溶液 EDTA, 加热反应完全后, 再用另一种标准溶液 (Zn^{2+}) 滴定过量的 EDTA 标准溶液。



试样中铝的摩尔数为:



$$n(\text{Al}) = n(\text{EDTA})_{\text{总}} - n(\text{EDTA})_{\text{过量}}$$

$$n(\text{EDTA})_{\text{过量}} = (a/b) n(\text{Zn}); a/b = 1$$

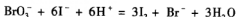
$$(cV)_{\text{Al}} = (cV)_{\text{EDTA总}} - (cV)_{\text{Zn}}$$

将测定数据代入上式即可求出铝离子的浓度。

C. 间接滴定(涉及多个反应)。

例1: 以 KBrO_3 为基准物, 标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的浓度(注意: 由于产物复杂, 不能直接滴定)。

a. 一定量 KBrO_3 与过量的 KI 反应:



KBrO_3 与析出 I_2 之间的关系为:

$$n(\text{BrO}_3^-) = 1/3 n(\text{I}_2)$$

b. 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定反应析出的 I_2 , 发生的反应为:



两者之间的关系为:

$$n(\text{I}_2) = 1/2 n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$$

c. KBrO_3 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 物质的量的关系为:

$$n(\text{BrO}_3^-) = 1/3 n(\text{I}_2) = 1/6 n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$$

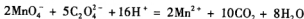
所以:

$$(cV)_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = 6 (m/M)_{\text{BrO}_3^-}$$

例2: 氧化还原法测钙。

将钙试样处理配制成含钙离子的溶液, 通过均相沉淀法制备草酸钙沉淀。

将 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \downarrow$ 过滤 → 洗涤 → 酸解 → 转变成 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 溶液, 用高锰酸钾标准溶液滴定。其反应如下:



钙与高锰酸钾之间的关系为:

$$n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 5/2n(\text{MnO}_4^-) (m/M)_{\text{Ca}} = 5/2 (cV)_{\text{高锰酸钾}}$$

3) 掌握滴定终点的判断。

2. 气体分析

要点: 熟悉并掌握奥氏气体分析仪的使用方法; 掌握气体体积法和燃烧法, 并能对半水煤气进行全分析。

1) 奥氏气体分析仪。在气体的化学分析中使用较多的是奥氏气体分析仪。按仪器的结构特点安装仪器装置, 选择、加注吸收剂、封闭液, 分析半水煤气。



2) 吸收分析法。根据常用的气体吸收剂, 安排半水煤气的吸收顺序, 分析半水煤气中的 CO_2 、 C_nH_m 、 O_2 、 CO 。

3) 燃烧分析法。燃烧分析法分为爆炸燃烧法、缓慢燃烧法和氧化铜燃烧法。根据气体燃烧前后的情况计算二元可燃混合气体中各组分的含量, 常见可燃性气体的燃烧反应与燃烧前后体积的变化关系见表 21。

表 21 常见可燃性气体的燃烧反应与燃烧前后体积的变化关系

气体	燃烧反应	反应前可燃气体体积	消耗的氧气体积	缩减体积	生成的二氧化碳体积
H_2	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$	V_{H_2}	$3/2V_{\text{H}_2}$	—	—
CO	$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$	V_{CO}	$1/2V_{\text{CO}}$	$1/2V_{\text{CO}}$	V_{CO}
CH_4	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	V_{CH_4}	$2V_{\text{CH}_4}$	$2V_{\text{CH}_4}$	V_{CH_4}
C_2H_6	$2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	$V_{\text{C}_2\text{H}_6}$	$7/2V_{\text{C}_2\text{H}_6}$	$5/2V_{\text{C}_2\text{H}_6}$	$2V_{\text{C}_2\text{H}_6}$
C_2H_4	$\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	$V_{\text{C}_2\text{H}_4}$	$3V_{\text{C}_2\text{H}_4}$	$2V_{\text{C}_2\text{H}_4}$	$2V_{\text{C}_2\text{H}_4}$

4) 半水煤气的全分析。根据气体体积法和燃烧法, 使用奥氏气体分析仪分析半水煤气中各成分的体积百分含量。

3. 称量分析

要点: ①掌握称量分析法的特点和分类。如列出几种分析方法, 能分辨出哪种方法是称量分析法。②称量分析对沉淀的要求, 包括沉淀式和称量式。③掌握如何得到纯度较高的沉淀及影响纯度的因素有哪些。④掌握称量分析结果的计算, 包括换算因数、沉淀剂用量、称样量和待测物质百分含量的计算。

(1) 概念。重量分析, 通常是用适当方法将试样中待测组分与其他组分分离, 以称量的方法, 称得待测组分或它的难溶化合物的质量, 计算出待测组分在试样中的含量。

重量分析法是经典的化学分析法, 它通过直接称量得到分析结果, 不需要从容量器



皿中引入许多数据,也不需要基准物质作比较,故其准确度较高,可用于测定含量大于1%的常量组分,有时也用于仲裁分析。

(2) 分类。按照待测组分与其他组分分离方法的不同,重量分析法可分为挥发法和沉淀法两类。

1) 挥发法。一般是采用加热或其他方法使试样中的挥发性组分逸出,称量后根据试样质量的减少,计算出该组分的含量;或利用吸收剂吸收组分逸出的气体,根据吸收剂质量的增加,计算出该组分的含量。例如,要测定 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中结晶水的含量,可称取一定量的氯化钡试样加热,使水分逸出后再称量,根据试样加热前后的质量差,计算 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 试样中结晶水的含量。

2) 沉淀法。利用试剂与待测组分发生沉淀反应,生成难溶化合物沉淀析出,经过分离、洗涤、过滤、烘干或灼烧后,称得沉淀的质量计算出待测组分的含量。

(3) 重量分析法的主要操作过程。

1) 溶解。将试样溶解制成溶液,根据不同性质的试样选择适当的溶剂。对于不溶于水的试样,一般采取酸溶法、碱溶法或熔融法。

2) 沉淀。加入适当的沉淀剂,使与待测组分迅速定量反应生成难溶化合物沉淀。

3) 过滤和洗涤。过滤使沉淀与母液分开。根据沉淀的性质不同,过滤沉淀时常采用无灰滤纸或玻璃砂芯坩埚。

4) 烘干和灼烧。烘干可除去沉淀中的水分和挥发性物质,同时使沉淀组成达到恒定。烘干的温度和时间应随着沉淀的不同而异。灼烧可除去沉淀中的水分和挥发性物质外,还可使初始生成的沉淀在高温下转化为组成恒定的沉淀。灼烧温度一般在 800°C 以上。以滤纸过滤的沉淀,常置于瓷坩埚中进行烘干和灼烧。若沉淀需加氢氟酸处理,应改用铂坩埚。使用玻璃砂芯坩埚过滤的沉淀,应在电烘箱里烘干。

5) 称量。到达恒重称得沉淀质量即可计算分析结果。不论沉淀是烘干或灼烧,其最后称量必须达到恒重。即沉淀反复烘干或灼烧经冷却称量,直到两次称量的质量相差不大于 0.2 mg 。

(4) 沉淀的玷污。从溶液中析出沉淀时,一些杂质会或多或少地夹杂于沉淀内,使沉淀玷污。沉淀过程中混入杂质的原因如下:

1) 共沉淀现象。在进行沉淀反应时,溶液中某些可溶性杂质混杂于沉淀中一起析出,这种现象称为共沉淀。

A. 表面吸附。在沉淀晶体表面的离子或分子与沉淀晶体内部的离子或分子所处的状况是有所不同的。显然,沉淀的表面积越大,吸附杂质的量也越多;溶液浓度越高,杂质离子的价态越高,越易被吸附。由于吸附作用是一个放热过程,使溶液温度升高,可减少杂质的吸附。洗涤沉淀也是减少吸附杂质的有效方法之一。

B. 包夹作用。在进行沉淀时,除了表面吸附外,杂质还可以通过其他渠道进入沉



淀内部，由此引起的共沉淀现象称为包夹作用。包夹作用主要有下面两种：

一种是形成混晶。当杂质离子的半径与沉淀的构晶离子的半径相似并能形成相同的晶体结构时，它们就很容易形成混晶。例如， Pb^{2+} 、 Ba^{2+} 不仅有相同的电荷，而且两种离子的大小相似，因此， Pb^{2+} 能取代 BaSO_4 晶体中的 Ba^{2+} 而形成混晶，使沉淀受到严重的污染。减少或消除混晶的最好方法是将这些杂质预先分离除去。

另一种是包藏。在过量的 BaCl_2 溶液中沉淀 BaSO_4 时， BaSO_4 晶体表面就要吸附构晶离子 Ba^{2+} ，并吸附 Cl^- 作为抗衡离子，如果抗衡离子来不及被 SO_4^{2-} 交换，就被沉积下来的离子所覆盖而包在晶体里，这种现象称为包藏，也称为吸留。因此，在进行沉淀时，要注意沉淀剂浓度不能太大，沉淀剂加入的速度不要太快。包藏在沉淀内的杂质只能通过沉淀陈化或重结晶的方法予以减少。

2) 后沉淀现象。在沉淀过程结束后，当沉淀与母液一起放置时，溶液中某些杂质离子可能慢慢地沉积到原沉淀上，放置的时间越长，杂质析出的量越多，这种现象称为后沉淀。要避免或减少后沉淀的产生，主要是缩短沉淀与母液共置的时间。

(5) 如何得到纯度较高的沉淀。

- 1) 应在较稀的热溶液中进行沉淀，缓缓地加入沉淀剂稀溶液，并不断搅拌。
- 2) 沉淀完成后，应将沉淀与母液一起共置陈化一段时间。
- 3) 沉淀冷却后再过滤。

(四) 误差和数据处理

要点：

(1) 误差及其产生的原因。

- 1) 误差是表示结果与真实值之间的差值。
- 2) 误差要求在允许误差范围之内，不是愈小愈好或等于零。
- 3) 误差是由偶然误差、系统误差和操作错误所引起的。

偶然误差是由于分析过程中某些经常性的原因所造成，可以避免。主要包括方法误差、试剂误差、仪器误差、操作误差。

(2) 了解误差的表示方法。

(3) 掌握偏差的计算。

1) 偏差是用来表示精密度高低的—种方法，是每次测定值与测定平均值之间的差别。

2) 偏差的表示方法：绝对偏差、相对偏差、绝对平均偏差和相对平均偏差。

绝对偏差是个别测得值与平行测定所得结果算术平均值的偏差。用公式表示为：

绝对偏差 = 个别偏差得值 - 平行测定结果平均值



$$D = x - \bar{x}$$

相对偏差是绝对偏差在平行测定结果平均值中所占的百分率。用公式表示为:

$$\begin{aligned}\text{相对偏差}\% &= \text{绝对偏差} / \text{平行测定结果平均值} \times 100\% \\ &= d / \bar{x} \times 100\%\end{aligned}$$

绝对平均偏差用公式表示为:

$$\text{绝对平均偏差 } d = (|d_1| + |d_2| + \cdots + |d_n|) / n$$

相对平均偏差用公式表示为:

$$\text{相对平均偏差} - d\% = d / \bar{x} \times 100\%$$

(4) 了解数据的修约和运算。

1) 数据的修约规则为四舍六入五留双。

2) 数据的运算规则为: 加减运算和乘除运算规则。

(5) 掌握定量分析结果的处理。

定量分析的处理, 应注意以下几点: ①定量分析结果要求保留几位有效数字及有效数字运算规则; ②误差应在规定的允许范围内; ③可疑数据的处理原则: Q 检验法。

$$Q = (X_n - X_{n-1}) / (X_n - X_1)$$

1. 定量分析中的误差

准确度和精密度是分析结果的衡量指标。

(1) 准确度: 分析结果与真实值的接近程度。准确度的高低用误差的大小来衡量。误差一般用绝对误差和相对误差来表示。

(2) 精密度: 几次平衡测定结果相互接近的程度。精密度的高低用偏差来衡量。偏差是指个别测定值与平均值之间的差值。

(3) 两者的关系。精密度是保证准确度的先决条件, 精密度高不一定准确度高, 两者的差别主要是由于系统误差的存在。消除系统误差后, 精密度高则准确度也高。

(4) 相对偏差和绝对偏差。①绝对偏差: 单个测量值与平均值的差值; ②相对偏差: 绝对偏差与平均值的比值。

2. 误差及其减免

(1) 系统误差。

1) 特点: ①对分析结果的影响比较恒定; ②在同一条件下, 重复测定, 重复出现; ③影响准确度, 不影响精密度; ④可以消除, 不可测定。

2) 产生的原因: ①方法误差: 选择的方法不够完善。例如, 重量分析中沉淀的溶解损失, 滴定分析中指示剂选择不当。②仪器误差: 仪器本身的缺陷。例如, 天平两臂不等; 砝码未校正, 滴定管、容量瓶未校正等。③试剂误差: 所用试剂有杂质。例如,



去离子水不合格,试剂纯度不够(含待测组分或干扰离子)等。④主观误差:操作人员主观因素造成。例如,对指示剂颜色辨别偏深或偏浅,滴定管读数不准。

3) 减免:①方法误差:采用标准方法;②仪器误差:校正仪器;③试剂误差:做空白、对比实验。

对比(对照)实验:用标准样品进行测定,并与标准值相比较。

空白实验:在不加试样的情况下,按照与测定试样相同的分析条件和步骤进行测定,所得结果称为空白值。从试样的测定结果中扣除空白值可消除试剂误差。

(2) 偶然误差。

1) 特点:①不恒定:可大可小,可正可负。②难以校正:不能通过校正或小心操作来减小偶然误差。③服从正态分布:从统计规律来看,偶然误差的出现呈正态分布,小误差出现的几率大,大误差出现的几率小。

2) 产生的原因。偶然因素,如温度、压力波动、偶然出现的振动等。

3) 减免:增加平行测定的次数可减免偶然误差。测定次数较多时,偶然误差的分布符合正态分布,在进行统计加和时,有可能相互抵偿。

(3) 过失误差。

过失误差是由于操作失误(无意识)所造成的误差,如称量时样品洒落,滴定剂滴在锥形瓶外等。应根据两种误差各自的特点来正确判别是属于系统误差还是偶然误差。

3. 提高测定结果准确性的方法

(1) 消除系统误差,尽量减小偶然误差(方法见上述)。

(2) 选择合适的分析方法。方法的选择要能满足实际需要。

1) 化学分析法:准确度高,灵敏度低;相对误差为0.1%;用于常量组分的测定。

2) 仪器分析法:准确度高,灵敏度高;相对误差约为5%;用于微量组分的测定。

(3) 控制测量的相对误差。如滴定管的最小刻度只精确到0.1 mL,两个最小刻度间可以估读一位,则单次读数估计误差为 ± 0.01 mL。要获得一个滴定体积值 V (mL)需两次读数相减。则最大读数误差为 ± 0.02 mL。若要控制滴定分析的相对误差在要求的0.1%以内,则滴定体积要大于20 mL,即:

$$V = \pm 0.02 / \pm 0.1\% > 20 \text{ mL}$$

4. 分析结果的数据处理

(1) 平均偏差与标准偏差。

1) 平均偏差。平均偏差又称算术平均偏差,用来表示一组数据的精密度。

平均偏差:



$$\bar{d} = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n}$$

优点：简单；缺点：大偏差得不到应有反映。

2) 标准偏差。标准偏差又称均方根偏差。标准偏差的计算分两种情况：

A. 当测定次数趋于无穷大时：

标准偏差： μ 为无限多次测定的平均值（总体平均值）。即：

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \bar{X} = \mu$$

当消除系统误差时， μ 即为真值。

B. 当测定次数有限时：

标准偏差：

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

用标准偏差比用平均偏差更科学、更准确。

(2) 置信度与置信区间。

数据的可信程度与偶然误差的存在及出现的概率有着直接关系。对于不含系统误差的无数个测定数据，其误差分布可用正态分布曲线（高斯曲线）来表征。以 $(x - \mu)$ 为横坐标，误差出现的频率 y 为纵坐标，误差正态分布曲线如图 1 所示。

曲线的形状受总体标准偏差 σ 控制， σ 越小，曲线又高又窄，表明数据精密度好。

标准偏差 σ 等于曲线上的拐点 to 对称轴的距离，曲线的峰高等于 $1/[\sigma(2\pi)^{1/2}]$ 。

正态分布曲线与横轴所包围的面积代表了大小误差出现的概率（可由高斯方程积分获得）。

曲线下面积几率如下（见图 2）：

$-\infty \sim +\infty$ ，100%

$\mu \pm \sigma$ ，68.3%

$\mu \pm 2\sigma$ ，99.5%

$\mu \pm 3\sigma$ ，99.7%

由数据可见，偶然误差出现在 $\mu \pm 3\sigma$ 范围内的几率高达 99.7%。

置信度是指人们所作判断的可靠性，所测数据的可信程度在数值上与几率相等。

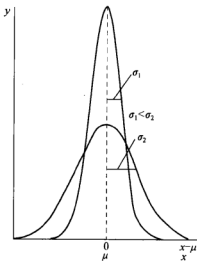


图 1 正态分布曲线

对于定量化学分析来讲, ①置信度: 以测量值为中心, 在一定范围内真值出现在该范围内的几率。②置信区间: 在某一置信度下, 以测量值为中心, 真值出现的范围。

$$t = (\bar{x} - \mu) / s$$

平均值的置信区间可表示为:

$$\mu = \bar{x} \pm \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}}$$

对有限次测定, 其平均值的标准偏差为:

$$s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

t 值表如下:

表 22 t 值表

测定次数 n	置信度				
	50%	90%	95%	99%	99.5%
1	1.000	6.314	12.706	63.657	127.32
2	0.816	2.920	4.303	9.925	14.089
3	0.765	2.353	3.182	5.841	7.453
4	0.741	2.132	2.776	4.604	5.598
5	0.727	2.015	2.571	4.032	4.773

讨论:

- (1) 置信度不变时: n 增加, t 变小, 置信区间变小。
- (2) n 不变时: 置信度增加, t 变大, 置信区间变大。

5. 数据评价方法

(1) 可疑数字的取舍。

1) 可疑数据的取舍——过失误差的判断。

方法: Q 检验法, 格鲁布斯 (Grubbs) 检验法。

作用: 确定某个数据是否可用。

2) 分析方法的准确性检验——系统误差的判断。

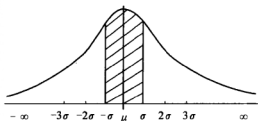


图 2



方法： t 检验法和 F 检验法。

作用：确定某种方法是否可用，判断实验室测定结果准确性。

3) 可疑数字的取舍及过失误差的判断。经常会遇到这样的情况，一组数据中，有一个数据与其他数据偏离较大，若随意处置，这样将产生三种结果：

A. 不应舍去，而将其舍去。由于该数据是较大偶然误差存在所引起的较大偏离，舍去后，精密度提高，但准确度降低，如图 3 所示：虚线代表真值所在位置，长实线代表所有数据的平均值，短实线代表舍去最右端数据后的平均值，可见短实线偏离真值更大。

B. 应舍去，而未将其舍去。该数据是由未发现的操作过失所引起的较大偏离，如果应舍去却将其保留，结果的精密度和准确度均降低。如图 4 所示，所有数据的平均值（长实线）偏离真值较大。如果舍去，则结果的精密度和准确度均提高（短实线）。

C. 随意处理的结果与正确处理的结果巧合，两者一致。这样做盲目性大，随意处理数据使结果无可信而言。

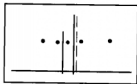


图 3



图 4

正确的处理是按以下两种方法进行：

A. Q 检验法。步骤如下：

a. 数据排列 X_1, X_2, \dots, X_n 。

b. 求极差 $X_n - X_1$ 。

c. 求可疑数据与相邻数据之差：

$$X_n - X_{n-1} \text{ 或 } X_2 - X_1$$

d. 计算 Q 值：

$$Q = \frac{X_k - X_{k-1}}{X_k - X_1} \quad \text{或} \quad Q = \frac{X_2 - X_1}{X_k - X_1}$$

e. 根据测定次数和要求的置信度（如 90%）查表：

以下是不同置信度下的 Q 值：

测定次数 - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99}

3 - 0.94 - 0.98 - 0.99

$$4 - 0.76 - 0.85 - 0.93$$

$$8 - 0.47 - 0.54 - 0.63$$

f. 将 Q 与 Q_s (如 Q_{90}) 相比: 若 $Q > Q_s$, 则舍弃该数据 (过失误差造成); 若 $Q < Q_s$, 则舍弃该数据 (偶然误差所致)。当数据较少时, 舍去一个后, 应补加一个数据。

B. 格鲁布斯 (Grubbs) 检验法。基本步骤如下:

a. 排序: $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots$ 。

b. 求 \bar{X} 和标准偏差 S :

$$G_{\text{计算}} = \frac{X_n - \bar{X}}{S}$$

或:

$$G_{\text{计算}} = \frac{X_n - X_1}{S}$$

c. 计算 G 值。

d. 由测定次数和要求的置信度, 查表得 $G_{\text{表}}$ 。

e. 比较。若 $G_{\text{计算}} > G_{\text{表}}$, 弃去可疑值, 反之保留。

由于格鲁布斯检验法引入了标准偏差, 故准确性比 Q 检验法高。

(2) 分析方法准确性的检验——系统误差的判断。

在工作中经常会遇到这样的问题:

a. 建立了一种新的分析方法, 该方法是否可靠?

b. 两个实验室或两个操作人员, 采用相同方法, 分析同样的试样, 谁的结果准确?

对于第一个问题, 新方法是否可靠, 需要与标准方法进行对比实验, 获得两组数据。

无论以上哪种情况, 由于偶然误差的存在, 两个结果之间有差异是必然的。但是否存在系统误差, 即两组数据之间是否有显著性差异, 是判定新方法是否可靠、谁的结果准确的关键所在。如果不存在系统误差, 则由偶然误差引起的差异小、不显著, 反之存在着显著性差异。

显著性检验方法有 t 检验法和 F 检验法。

1) 平均值 (\bar{X}) 与标准值 (μ) 的比较 (t 检验法)。用于检验某一方法是否可靠, 被检验方法分析标准试样所得数据的平均值 \bar{X} , 标准试样的标准值为 μ 。检验步骤如下:

A. 计算 t 值:

$$t_{\text{计算}} = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

B. 由要求的置信度和测定次数, 查表, 得 t 表。



C. 比较。若 $t_{\text{计算}} > t_{\text{表}}$, 表示有显著性差异, 存在系统误差, 检验方法需要改进; 若 $t_{\text{计算}} < t_{\text{表}}$, 表示无显著性差异, 被检验方法可以采用。

2) 两组数据的平均值比较 (同一试样, 无标准值)。用于: ①新方法和经典方法 (标准方法) 测定的两组数; ②两位分析人员或两个实验室测定的两组数据之间的比较。

A. t 检验法。 X_1 与 X_2 之间的比较, 检验步骤如下:

a. 求两组数据合并的标准偏差:

$$S_{\text{合}} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

b. 计算 t 值:

$$t_{\text{合}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{S_{\text{合}}} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

c. 查表 (自由度 $f = f_1 + f_2 = n_1 + n_2 - 2$) 得: $t_{\text{计算}}$ 。

d. 比较。

B. F 检验法。 S_1^2 与 S_2^2 之间的比较。标准偏差 (方差) 反映测定结果的精密性, F 检验法实质上是检验两组数据的精密性有无显著性差异。检验步骤如下:

a. 计算 F 值:

$$F_{\text{计算}} = \frac{S_{\text{大}}^2}{S_{\text{小}}^2}$$

b. 查表 (F 值表), 比较:

若 $F_{\text{计算}} > F_{\text{表}}$, 表示有显著性差异, 反之无显著性差异。

例: 用两种不同方法分析试样中硅百分含量的测定结果如下:

方法 A: $X_1 = 71.26\%$; $S_1 = 0.13\%$; $n_1 = 6$

方法 B: $X_2 = 71.38\%$; $S_2 = 0.11\%$; $n_2 = 9$

试判断两种方法之间是否存在显著性差异 (置信度 95%)。

解: 首先进行 F 检验。

F 值表 (置信度 95%) 见表 23。

表 23 F 值表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	∞
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	230.4	236.8	238.8	240.5	241.9	254.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.36	19.37	19.38	19.39	19.50



续上表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	∞
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.88	8.84	8.81	8.78	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.63
5	6.61	5.14	5.14	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.36
6	5.99	4.76	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.54
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.00

6. 有效数字与运算规则

(1) 有效数字。数字在分析化学中具有特定的含义。

1) 实验过程中遇到的两类数字。

a. 数目。如测定次数、倍数、系数、分数。

b. 测量值或计算值。数据的位数与测定准确度有关。

记录的数字不仅表示数量的大小，而且要正确地反映测量的精确程度。例如：

称取物质的质量为 0.1 g，表示是用小台秤称取的。

称取物质的质量为 0.1000 g，表示是用万分之一的分析天平称取的。

要准确配置 50.00 mL 溶液，需要用 50.00 mL 容量瓶配置，而不能用烧杯和量杯。

取 25.00 mL 溶液，需用移液管，而不用量杯。取 25 mL 溶液，两位有效数字，则表示是用量杯量取的。

滴定管的初始读数为零时，应记录为 0.00 mL，而不能记录为 0 mL。分析化学中测定或计算所获得的数据，不但表示结果的大小，还可由数据的位数反映出测量结果的精确程度，这类数字称为有效数字。在有效数字中，末位数字是不准确的，是估计值，称为可疑数字，具有 ± 1 的偏差；其他数字是准确的。

2) 注意点：

a. 容量器皿：滴定管、移液管和容量瓶取 4 位有效数字。

b. 分析天平（万分之一）取 4 位有效数字。

c. 标准溶液的浓度用 4 位有效数字表示。



d. pH 值小数点后的数字位数为有效数字位数。

e. 对数值 (如 $\lg X = 2.38$) 取 2 位有效数字。

(2) 数字修约规则。

1) 加减运算。加减计算结果的有效数字位数取决于绝对误差最大的数据的位数, 即小数点后位数最少的数据的位数。

例: $0.0121 + 25.64 + 1.057 = 25.7091$, 计算结果应保留几位有效数字?

0.0121 绝对误差: 0.0001;

25.64 绝对误差: 0.01;

1.057 绝对误差: 0.001;

计算结果的有效数字位数应与 25.64 保持一致, 为: 25.71。

2) 乘除运算。乘除运算结果的有效数字位数取决于相对误差最大的数据的位数。

例: $(0.0325 \times 5.103 \times 60.0) / 139.8 = 0.071179184$

计算各数据的相对误差:

$(0.0325 \pm 0.0001) / 0.0325 \times 100\% = \pm 0.3\%$

$(5.103 \pm 0.001) / 5.103 \times 100\% = \pm 0.02\%$

$(60.06 \pm 0.01) / 60.06 \times 100\% = \pm 0.02\%$

$(139.8 \pm 0.1) / 139.8 \times 100\% = \pm 0.07\%$

相对误差最大的数据 0.0325 有 3 位有效数字位数, 故计算结果应为: 0.0712。

滴定分析中所采用的容量器皿 (滴定管、容量瓶、移液管) 均保持有 4 位有效数字, 故实验结果的数据有效位数为 4 位。

3) 数字修约规则。在计算和读取数据时, 数据的位数可能比规定的有效数字位数多。例如, 用计算器可得 7 位数据; 用分析天平称量时, 可读出小数点后 5 位。因此, 需要将多余的数字舍去, 舍去多余数字的过程称为数字修约过程, 所遵循的规则称为数字修约规则。

过去常采用: 四舍五入的数字修约规则。

现国家标准规定采用: 四舍六入五留双的数字修约规则。

$0.132349 \rightarrow 0.1323$; $20.4862 \rightarrow 20.49$; $1.0055 \rightarrow 1.006$; $1.0025 \rightarrow 1.002$

四舍六入五留双的规则避免了进舍时的单向性, 降低进舍时产生的误差。

(3) 采样制样技术。

要点:

1) 掌握采集和处理易挥发液体和均匀样品的方法, 掌握萃取和过滤的方法, 能够正确选择和使用离子交换树脂。

2) 采集和处理样品如发烟硫酸的采取和处理要使用安瓿球, 安瓿球由球泡部和毛细管部组成, 用其称样时, 要先在球泡部微热, 后将毛细管尾部插入样品中吸取样品,



然后用小火熔封尾部。使用安瓿球称取低沸点样品时，应戴上有机玻璃防护面罩。

3) 采集和处理均匀固体样品。均匀固体样品常从物料流、运输工具、物料堆和工业制品(袋、桶)中采取，且要根据物料总量确定子样数目和总样质量。采取的固体试样进行破碎时应注意避免混入杂质。

(五) 试样的分解和分离富集技术

1. 萃取

萃取是利用混合物在互不相溶的两种液相中溶解度不相同的性质，将混合物中各组分分离的方法。该方法简单、快速，应用广泛。萃取操作通常在分液漏斗中进行。溶质的溶解过程符合“相似相溶”原理。

当物质A在萃取过程中分配在互不相溶的水相和有机相中，在一定的温度下，分配达到平衡时：

$$K_D = [A]_{\text{有}} / [A]_{\text{水}}$$

式中： K_D 为分配系数。 K_D 大的物质，绝大部分进入有机相中， K_D 小的物质，仍留在水相中，因而将物质彼此分离。

当溶质在水相和有机相中的形式不相同时，通常用分配比来表示：

分配比 $D = \text{溶质在有机相中的总浓度} / \text{溶质在水相中的总浓度}$

在实际工作中，用萃取百分率来表示萃取的完全程度：

萃取百分率 $E\% = \text{被萃取物质在有机相中的总量} / \text{被萃取物质的总量} \times 100\%$

或：

$$E\% = D / (D + V_{\text{有}} / V_{\text{水}}) \times 100\%$$

分配比越大则萃取百分率越大，萃取效率越高，并可以通过分配计算萃取百分率。萃取剂的量相同的情况下，少量多次比一次的方式萃取率要高得多。

2. 过滤

在实验室里一般采用滤纸或微孔玻璃过滤器过滤。对于需要灼烧的沉淀常用滤纸过滤，而对于过滤后需烘干即可进行称量的沉淀，则可采用微孔玻璃漏斗或微孔玻璃坩埚过滤。

采用滤纸过滤要选择和折叠滤纸并装置入漏斗，采用微孔玻璃漏斗或坩埚过滤。要选择玻璃漏斗或坩埚的规格。过滤操作一般分三个阶段，第一阶段用“倾斜法”尽可能把上层清液过滤去。第二阶段是把沉淀转移到漏斗上去。第三阶段是清洗烧杯。用微孔玻璃漏斗或坩埚过滤。常采用的是减压抽滤法。



3. 选择和使用离子交换树脂

离子交换分离法是利用离子交换剂与溶液中的离子发生选择性的交换作用,从而使各种离子分离的方法。离子交换树脂有阳离子交换树脂和阴离子交换树脂。离子交换分离在离子交换柱中进行,具体过程包括:交换、洗涤和再生。离子交换柱越高,树脂颗粒越细,液体流速越慢,配合物稳定性相差越大,分离效果越好。

实验室可以通过阴阳离子交换树脂的交换获得较纯净的去离子水代替蒸馏水,还可以利用离子交换树脂亲和力的不同进行混合离子的分离。

(六) 理化性能的测定

掌握密度、pH值、沸程、电导率、折光率、比旋光度和黏度的测定方法。

(1) 韦氏天平法测定密度。韦氏天平法测定密度的依据是阿基米得原理。使用韦氏天平测定液体的密度。

(2) 测定pH值。测定溶液的pH值使用的仪器是酸度计。选择和保养电极,用酸度计测定溶液的pH值。

(3) 测定沸程。采用蒸馏装置可以测定物质的沸程。安装测定沸程的蒸馏装置,测定物质的沸程。通过蒸馏能把沸点差别较大的两种或两种以上混合液体分开或将易挥发物质与不挥发物质分开。

(4) 测定电导率。电解质溶液的导电性能用电导或电导率表示。测定溶液电导的方法有:电阻分压法、平衡电桥法和不平衡电桥法。可应用这些方法测定电解质溶液的电导率。

(5) 毛细管法测定黏度。黏度是液体的内摩擦,是一层液体对另一层液体作相对运动时的阻力。液体石油产品的黏度,以运动黏度表示,即(Pa·s)。运动黏度用毛细管法测定。用毛细管黏度计测定石油产品的黏度。

物质的黏度与温度有关,温度越高,黏度越小。

(七) 仪器分析

中级分析工知识鉴定仪器分析部分的内容从可见吸收光谱法、电位分析法和气相色谱法中选取,下面就复习的重点内容说明如下。

1. 可见吸收光谱法

要点:

(1) 光吸收定律及其局限性。可见光吸收光谱法用于定量分析的基本方法是:用选定波长的光照射待测物质的溶液,测量它的吸光度,再根据吸光度计算待测组分的含



量。计算的理论依据是“光吸收定律”，它是朗伯定律和比尔定律结合而成的，故又称朗伯-比尔定律。

1) 朗伯定律——光吸收与液层厚度的关系。

当用适当波长的单色光照射一定浓度的溶液时，其吸光度与透过液层的厚度成正比，称为朗伯定律。可表示为：

$$A = KL$$

式中：A——吸光度；

K——比例常数，它与入射光的波长、溶液的性质和浓度及温度有关；

L——透光的液层厚度即光程长度。

朗伯定律是一个严密的定律，对于均匀的吸收介质（溶液、气体和固体）都是适用的。

2) 比尔定律——光吸收与溶液浓度的关系。

当用适当波长的单色光照射溶液时，若透光液层厚度固定，则吸光度与溶液的浓度成正比。这称为比尔定律。可表示为：

$$A = Kc$$

式中：K——比例常数，它与入射光波长、溶液的性质、液层厚度和温度有关；

c——浓度。

与朗伯定律不同，比尔定律不是对所有吸光溶液都适用。某些溶液当它的浓度大到一定程度时，溶质的电离或聚合程度就会发生改变，导致吸光度不能严格地与溶液的浓度成正比。因此，比尔定律只能在一定的浓度范围内适用，严格地说，它只适用于稀溶液。

3) 光吸收定律——朗伯-比尔定律。

当一适当波长的单色光照射吸光物质的溶液时，其吸光度与吸光物质的浓度和透光液层厚度的乘积成正比，称为朗伯-比尔定律。可表示为：

$$A = KcL$$

式中：比例常数 K 称为吸收系数。

光吸收定律是可见吸收光谱法进行定量分析的理论基础，必须对它的意义和使用条件有充分的认识和正确的理解。因此，应着重指出：

A. 严格地说，光吸收定律要求入射光为纯的单色光，单色光越纯测定越准确。

B. 一般稀溶液都能遵守光吸收定律，浓度过大时，将产生偏离。

C. 光吸收定律可用于那些彼此不相互作用的组分溶液，它们的吸光度具有加合性，即：

$$\begin{aligned} A_{\text{总}} &= A_1 + A_2 + \cdots + A_n \\ &= K_1 c_1 L + K_2 c_2 L + \cdots + K_n c_n L \end{aligned}$$

式中：字母右下角的数字表示组分。



D. 吸收系数 K 与多种因素有关, 它们是入射光波长、温度溶剂性质及吸光物质的性质等, 若这些因素中除吸光物质外, 其他都固定不变, 则 K 值就只与吸光物质有关。若溶液浓度以 mol/L 为单位, 透光度层厚度以 cm 为单位, K 就用符号“ ξ ”表示, 称为“摩尔吸收系数”, 它是吸光物质的重要特征常数, ξ 值越大, 表示该物质的吸光能力越强, 测定时灵敏度越高。

4) 光吸收定律的局限性。在某些条件下, 吸光度 A 与溶液浓度 c 失去线性关系, 这就是所谓的偏离了朗伯-比尔定律, 其原因主要是比尔定律本身的局限性和实验条件因素的影响, 具体来说就是:

A. 仪器误差。主要是指单色光不纯引起的误差。无论是朗伯定律还是比尔定律都要求入射光是单色光, 若单色光不纯, 就会导致偏离光吸收定律, 单色越纯, 偏离程度越小, 所以分光光度计比光电比色计的分析准确度高。

B. 化学误差。它是由于溶液浓度的变化而引起的化学反应所造成的对吸收定律的偏离而产生的误差, 在某些物质溶液中, 由于溶液浓度的变化往往会引起缔合、解离、互变异构及溶剂化等反应的平衡移动, 使得吸光物质的浓度与其示值浓度不成比例变化, 造成测量结果偏离比尔定律。

C. 比尔定律的局限性。严格地说, 比尔定律只适用于稀溶液(浓度 $< 0.01 \text{ mol/L}$), 因为在高浓度时, 吸光度粒子间的平均距离减小, 每个吸光粒子都会影响其邻近粒子的电荷分布, 这种相互影响将使显色溶液的摩尔吸收系数 ξ 发生改变, 导致偏离比尔定律, 造成分析结果的误差。

(2) 显色条件的选择。影响显色反应的因素和显色时应控制的条件主要有以下几个方面:

1) 显色剂用量。加入过量的显色剂能使显色反应进行完全, 但显色剂过量太多也会带来一些副作用, 例如: 加大空白值、改变产物组成、使干扰离子着色等。合适的显色剂用量由实验作出吸光度-显色剂用量曲线确定。

2) 溶液酸度。 pH 值对显色反应影响很大, 且是多方面的。例如, 它可能影响待测离子或显色剂的有效浓度、显色产物的组成以及显色剂和显色产物的颜色差别等。合适的酸度根据实验数据作出的“ $A-\text{pH}$ 曲线”确定。

pH 值控制一般是加入适量的 pH 值缓冲溶液。

3) 显色温度。多种显色反应在常温下进行, 但有的要在特定的温度下进行。合适的温度根据实验数据作出的“ $A-T(^{\circ}\text{C})$ 曲线”确定。

4) 放置时间。不同的物质显色反应的速度不同, 生成的有色物的稳定程度也不同, 比色分析应在待测物充分显色后“褪色”前进行。合适的放置时间根据实验数据作出的“ $A-t$ 曲线”确定。

(3) 721 型分光光度计的结构原理及使用。721 型分光光度计的结构原理简单来说



就是,从光源(钨丝灯)发出的光经单色器(由玻璃棱镜、狭缝及透镜系统组成)色散后,以测定所需要的单色光进入吸收池(装有试液的比色皿)产生一个光吸收信号,再照射到信号检测器(光电管)上被转换成电信号,此信号再由信号显示器(指针式微安表)以吸光度或透光率的形式表示出来。

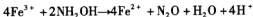
721 型分光光度计的使用请参考操作技能部分。

721 型分光光度计的维护保养主要是:防震、防腐蚀、防潮、防光和防工作疲劳。

例:水中铁含量的比色分析。

水中铁含量的比色分析常用邻二氮菲法(又称邻菲罗啉法)。其要点是:在 pH 值为 1.5~9.5 时, Fe^{2+} 与邻菲罗啉生成稳定的橘红色络合物。

当 Fe 以 Fe^{3+} 形式存在于溶液中时,显色前应先还用还原剂(盐酸羟胺)将其还原为 Fe^{2+} 。



否则,测定的只是水中的 Fe^{2+} 离子。

测定时,一般控制溶液酸度 pH 至 4~6,所用的缓冲液是 HAc-NaAc。

邻菲罗啉铁的最大吸收波长为 510 nm。测定时以试剂空白作参比液为好。

2. 电位分析法

重点要掌握以下内容:

(1) 直接电位法——酸度计的使用(指示电极、参比电极)。

1) 理论依据——能斯特方程:

$$\varphi = \varphi^\ominus + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a(\text{氧化态})}{a(\text{还原态})}$$

2) 直接电位分析法定量依据:

$$\begin{aligned} E &= \varphi_{\text{参比}} - \varphi_{\text{M}^{n+}/\text{M}} = \varphi_{\text{参比}} - \varphi_{\text{M}^{n+}/\text{M}}^\ominus - \frac{0.0592}{113^n} \cdot \lg a_{\text{M}^{n+}} \\ &= K' - 0.0592 \text{pH}_{\text{H}} \end{aligned}$$

3) 参比电极。

A. 定义:电极电位不随测定溶液和浓度变化而变化的电极。

B. 条件:可逆性,重现性,稳定性。

C. 常用参比电极:甘汞电极,银-氯化银电极,氢电极。

4) 指示电极。

A. 定义:在电位分析法中,电极电位随溶液中待测离子的浓度的变化而变化,能指示出待测离子浓度的电极称为指示电极。

B. pH 玻璃膜电极、氟离子选择性电极(响应机理、使用维护方法)。



选择电极的基本原则：一个参比电极一个指示电极，且指示电极的电极电位必须与待测离子的浓度有关。

5) pH 实用定义。

测定一标准缓冲溶液 (pH_s) 的电动势 E_s ，然后测定试液 (pH_x) 的电动势 E_x ，则 25 °C 时，有：

$$E_x = K'_x + 0.0592 \text{pH}_x$$

$$E_s = K'_s + 0.0592 \text{pH}_s$$

$$K'_s \approx K'_x$$

在相同测量条件下：

$$\text{pH}_x = \text{pH}_s + \frac{E_s - E_x}{0.0592}$$

上式即为 pH 实用定义或 pH 标度，其中 pH_s 为已知值，测量出 E_s 、 E_x 即可求出 pH_x 。

6) 测定方法——二点校正法。

- 先用一种接近 $\text{pH}=7$ 的标准缓冲溶液“定位”。
- 再用另一种接近待测溶液 pH 的标准缓冲溶液调节“斜率”调节器。
- 经校正后的仪器可以直接测量待测试液的 pH。

(2) 电位滴定法。

电位滴定法是基于滴定过程中电位的变化或发生突跃来确定终点的方法。与化学分析的原理相比，只是确定滴定终点的方法不同，电位滴定的主要优点是适用于混浊、荧光性或有色溶液以及无适当指示剂的滴定分析，它客观、准确，而且为连续、自动滴定创造了条件。

1) 装置。电位滴定的装置如图 5 所示。

2) 经典电位滴定终点的确定有以下三种方法：

A. $E-V$ 曲线法。根据滴定过程中测得的 E (电池电动势)、 V (滴定剂体积) 值，绘制 $E-V$ 曲线，曲线的拐点 (最大斜率点) 就是滴定的终点。

B. $\Delta E/\Delta V - V$ 曲线法。根据滴定过程中测得的 E 、 V 值，绘制 $\Delta E/\Delta V - V$ 曲线，曲线的极大值 (斜率为零的点) 即滴定终点。

C. $\Delta^2 E/\Delta V^2 - V$ 曲线法。根据滴定过程中测得的 E 、 V 值，制作 $\Delta^2 E/\Delta V^2 - V$ 曲线 $\Delta^2 E/\Delta V^2 = 0$ 的点即是滴定终点。也可以不制作曲线而通

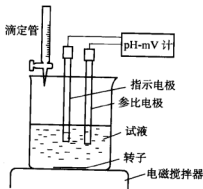


图 5 电位滴定装置



过计算求得终点。

3. 气相色谱分析

(1) 基本知识。

1) 定义：色谱分析法实质上是一种物理化学分离方法，即利用不同物质在两相（固定相和流动相）中具有不同的分配系数（或吸附系数），当两相作相对运动时，这些物质在两相中反复多次分配（即组分在两相之间进行反复多次的吸附、脱附或溶解、挥发过程），从而使各物质得到完全分离。

2) 分析对象：混合物的分离、定性、定量。

3) 组成要素：色谱柱、流动相、固定相。

4) 分类：气相色谱 GC（气液色谱 GLC、气固色谱 GSC）、液相色谱 LC（液液色谱 LLC、液固色谱 LSC）。

5) 仪器构造：气路系统、进样系统、分离系统、检测系统、记录系统、温控系统。

6) 色谱图：保留值、峰高、峰面积、峰宽、死时间、分配系数。在气相色谱分析中，当操作条件保持不变时，任一物质总是在图上固定的位置出现，即具有一定的保留值，因而保留值可用作定性分析。在气相色谱分析中，物质的保留值反映了物质与固定相之间的作用力。下面介绍几个有关保留参数的术语。

A. 死时间 t_M 和死体积 V_M ：不被固定相滞留的组分，从进样开始到出现峰最大值所需要的时间，称为死时间 t_M 。对应于 t_M 所流过的流动相体积称为死体积 V_M 。

B. 保留时间 t_R 和调整保留时间 $t_{R'}$ ：样品组分从进样开始到样品色谱峰出现最大值的时间，称为保留时间 t_R ；扣除死时间后样品的保留时间，称为调整保留时间 $t_{R'}$ 。

$$t_{R'} = t_R - t_M$$

C. 保留体积 V_R 和调整保留体积 $V_{R'}$ ：对应于 t_R 所流过的流动相体积，称为保留体积 V_R ；扣除死体积后的保留体积，称为调整保留体积 $V_{R'}$ 。

$$V_{R'} = V_R - V_M$$

D. 相对保留值 r_{21} ：指某组分 2 的调整保留值与另一组分 1 的调整保留值之比：

$$R_{21} = t_{R'(2)} / t_{R'(1)} = V_{R'(2)} / V_{R'(1)}$$

相对保留值的优点是，只要柱温、固定相性质不变，即使柱径、柱长、填充情况及流动相速有所变化， r_{21} 值仍保持不变，因此它是色谱定性分析的重要参数。

保留时间和体积、调整保留时间和体积都可用于定性分析。

(2) 定量分析。

1) 依据：峰高、峰面积——定量校正因子。

单位色谱峰面积所代表待测物的量就是定量校正因子，按待测物量的单位是以质量



单位还是摩尔数或体积单位可将定量校正因子分为质量校正因子 f_m 、摩尔校正因子或体积校正因子 f_M 。

2) 常用定量分析方法的应用范围。

A. 归一化法: 当样品中所有组分出峰, 且各峰之间有较好的分离才能使用的方法。

B. 外标法: 需要严格控制操作条件恒定的方法, 其中外标曲线法适用于工厂常规分析。

C. 内标法: 当试样少、组分复杂且不全知道, 又只需测定其中某个能出独立峰的组分时适用的方法。

(3) 定性分析。

1) 依据: 保留时间和体积, 调整保留时间和体积。

2) 定性方法:

A. 纯物对照法。通过对比试样中具有与纯物质相同保留值的色谱峰, 来确定试样中是否含有该物质及在色谱图中的位置。不适用于不同仪器上获得的数据之间的对比, 只适用于组分性质已有所了解, 组成比较简单, 且有纯物质的未知物。

B. 加入已知物增加峰高法。首先作出未知样品的色谱图, 然后在未知样品中加入某已知物, 又得到一个色谱图。峰高增加的组分即可能为这种已知物。

当未知样品中组分较多, 所得色谱峰过密, 用上述方法不易辨认时, 或仅作未知样品指定项目分析时均可用此法。

C. 利用文献保留值定性。相对保留值 r_{21} 仅与柱温和固定液性质有关。在色谱手册中都列有各种物质在不同固定液上的保留值数据, 可以用来进行定性鉴定。

D. 保留指数法。

(4) 常用检测器及其应用。

1) 热导池检测器: 浓度型检测器。对所有物质有响应。

2) 电子捕获检测器: 浓度型检测器。对电负性物质(如含卤素、S、P、N、O的化合物)有响应, 且电负性越强灵敏度越高。

3) 氢火焰离子化检测器: 质量型检测器。对所有有机物有较强响应。

4) 火焰光度检测器: 质量型检测器。火焰光度检测器是对含硫、含磷化合物具有选择性和高灵敏度的检测器。

(八) 相关知识

1. 安全知识

(1) 掌握易燃易爆物的管理知识, 如存放、正确操作使用。

(2) 熟悉各类灭火器的正确使用及性能特点, 如各类灭火器的使用范围及毒性等。



- (3) 掌握化验室中毒的预防及急救知识。
- (4) 了解剧毒、腐蚀性物质的保管与预防中毒。
- (5) 能正确处理化验室“三废”及某些试剂的回收，如酸度较大的废液的处理、含重金属离子的废液的处理、单质汞的回收。

2. 其他知识

- (1) 能够识别和正确使用危险药品。
- (2) 能够独立排除常用仪器的简单故障，如滴定管活塞转动不灵活、漏液等。



理论复习题及考试题精选

化学检验工中级理论考试复习题一

一、判断题

- () 1. 所有纯度非常高的物质都为基准物质。
- () 2. 在相同浓度的两种一元酸溶液中, 它们的 H^+ 浓度有可能不同。
- () 3. 滴定终点一定和化学计量点相吻合。
- () 4. 只有基准试剂才能用来直接配制标准溶液, 因此优级纯的邻苯二甲酸氢钾不能直接配制标准溶液。
- () 5. 根据阿仑尼乌斯公式, 温度升高, 反应速度大大加快, 催化剂可以加快反应速度, 但是不能够改变化学平衡。
- () 6. 准确度是测定值与真实值的接近程度, 用误差来衡量, 误差越小, 准确度越高。
- () 7. 所有的化学反应都可用于分析反应而进行分离或检出。
- () 8. 配制并标定好的 $NaOH$ 溶液最好储存在棕色玻璃瓶中。
- () 9. 蒸馏水发生器的原理是回流冷凝方法。
- () 10. 电子天平在每次称量前都要进行校正。
- () 11. 当对样品进行测定时, 增加测定次数, 有助于提高数据分析的可靠性。
- () 12. 当温度一定时, 向水中加入一定量的酸或碱, 水的离子积不变。
- () 13. 水的离子积常数随外界压强的变化而变化。
- () 14. 水的离子积常数为 1.0×10^{-14} , 它是一个常数, 不随条件的变化而变化。

- () 15. 在沉淀反应中, 当 $Q_{sp} > K_{sp}$ 时, 将有沉淀析出。
- () 16. 原子吸收法的积分吸收系数与待测元素的浓度成正比。
- () 17. 朗伯-比尔定律是物质吸光的定量依据, 它仅适用于单色光。因此, 光度分析中, 所选用的单色光纯度愈高愈好。
- () 18. 在氧化还原反应中, 反应物浓度会影响反应的方向。
- () 19. 一般来说, 电对氧化型及还原型的浓度影响该电对的条件电极电位。
- () 20. 用碘量法分析样品时, 为防止碘的挥发, 滴定过程中不必随时振摇。
- () 21. 定量分析要求越准确越好, 故记录测量值的有效数字位数越多越好。
- () 22. 精密度高, 准确度一定高。
- () 23. 若想获得大颗粒的晶形沉淀, 应设法降低生成沉淀物的浓度, 适当增大沉淀的溶解度。
- () 24. AgCl 在 0.001 mol/L 的 HCl 中比在水中难溶解, 所以在 1 mol/L 的 HCl 中比在水中的溶解度更小。
- () 25. 读取滴定管读数, 应用手拿着盛装溶液的滴定管部分并使滴定管保持垂直, 为方便读数, 也可将滴定管架在滴定管架上, 读数时, 视线与读点不一定在一水平线上。
- () 26. 用相同浓度的 NaOH 标准溶液去中和等物质的醋酸和盐酸, 则消耗 NaOH 溶液体积多的是盐酸。
- () 27. 在校正 pH 计时, 所选标准缓冲溶液的 pH 值应尽量与待测溶液的 pH 值接近。
- () 28. 直接电位法比较适宜于试液中微量组分低浓度 ($10^{-6} \sim 10^{-5} \text{ mol/L}$) 的分析, 主要是因为测定浓度的相对误差与浓度无关。
- () 29. 参比电极的主要条件是可逆性好、重现性好和稳定性好。
- () 30. 在 EDTA 配位滴定中, 酸度愈高, 配合物的稳定性愈高, 滴定曲线的 PM 突跃范围愈宽。
- () 31. 称量分析法和滴定分析法应用于定量分析的时间最早, 通常称为经典分析法。
- () 32. 看两组分析数据, 要比较它们的精密度有无显著差异, 可应用 t 检验法。
- () 33. 在没有系统误差的前提下, 总体平均值就是真值。
- () 34. 为了得到纯净的沉淀, 将沉淀分离后需进行洗涤, 洗涤的次数越多, 洗涤液用量越多, 测量越准确。
- () 35. 摩尔是一个系统的物质的量, 该系统中所包含的基本单元数与 0.012



kg C^{12} 的原子数目相等, 当一系统中物质 B 所含的基本单元数与 0.012 kg C^{12} 的原子数目相等时, 则物质 B 的物质的量即为 1 mol , 其基本单元数等于 6.022045×10^{23} 。

() 36. 原则上, Nernst 方程式只适用于可逆氧化还原电对, 对不可逆氧化还原电对, 用 Nernst 方程式计算的结果作为初步判断, 亦有一定意义。

() 37. 置信度是误差或测定值在某个范围内出现的概率。

() 38. 在标定中, 测定待测溶液浓度的物质只能是基准物质或标准溶液。

() 39. 所谓的共沉淀就是两种或者两种以上的难溶性物质同时发生了沉淀的现象。

二、单项选择题

1. 在紫外吸收光谱曲线中, 用来定性的参数是 ()。

- A. 最大吸收峰的吸光度 B. 最大吸收峰的波长
C. 最大吸收峰处的摩尔吸收系数 D. 最大吸收峰的波长和其摩尔吸收系数
E. 吸收峰的峰面积

2. pH 玻璃电极在使用前应 ()。

- A. 在水中浸泡 2 h 以上 B. 在酒精中浸泡 2 h 以上
C. 在氢氧化钠溶液中浸泡 2 h 以上 D. 不必浸泡 E. 用洗液洗涤

3. 用玻璃电极作为指示电极, 以 0.2 mol/L 氢氧化钠溶液电位滴定 0.02 mol/L 苯甲酸溶液。从滴定曲线上求得终点时溶液的 pH 为 8.22, $1/2$ 终点时溶液的 pH 为 4.18, 则苯甲酸的电离常数 K_a 为 ()。

- A. 8.1×10^{-3} B. 9.1×10^{-5} C. 7.8×10^{-6} D. 6.6×10^{-5} E. 6.0×10^{-9}

4. pH 玻璃电极的响应机理与膜电位的产生是由 ()。

- A. 氢离子在玻璃膜表面还原而传递电子
B. 氢离子进入玻璃膜的晶格缺陷而形成双电层结构
C. 氢离子穿透玻璃膜而使膜外氢离子产生浓度差而形成双电层结构
D. 氢离子在玻璃膜表面进行离子交换和扩散而形成双电层结构
E. 钠离子在玻璃膜中移动而形成双电层结构

5. 在可见-紫外分光光度计中, 用于紫外波段的光源是 ()。

- A. 钨灯 B. 卤钨灯 C. 氘灯 D. 能斯特光源 E. 硅碳棒

6. 在分光光度法中, 运用朗伯-比尔定律进行定量分析应采用的人射光为 ()。

- A. 白光 B. 单色光 C. 可见光 D. 紫外光 E. 特征波长锐线光

7. 下列 () 不是基准物质所应具备的条件。

- A. 与化学式相符的物质组成 B. 不应含有结晶水



- C. 纯度应高于 99.9% 以上 D. 在通常条件下应具有相当的稳定性
8. 在滴定分析中, 化学等量点与滴定终点间的关系是 ()。
- A. 两者含义相同 B. 两者必须吻合
C. 两者互不相干 D. 两者愈接近, 滴定误差愈小
9. 在滴定分析中, 装在滴定管中的已知准确浓度的试剂溶液称为 ()。
- A. 分析试剂 B. 标定溶液 C. 标准溶液 D. 基准试剂
10. 用移液管移取溶液后, 调节液面高度, 到标线时, 移液管应 ()。
- A. 悬空载液面上 B. 管口浸在液面下
C. 管口紧贴容器内壁 D. 置于容器外
11. 称量邻苯二甲酸氢钾时, 砝码已磨损, 应用 () 方法减小或消除误差。
- A. 空白试验 B. 对照试验
C. 增加平行测定次数 D. 进行仪器校准
12. HCl 溶液滴定未知碱, 读滴定管读数时, 最后一位数字估计不准, 可采用 () 方法减小或消除误差。
- A. 空白试验 B. 对照试验
C. 增加平行测定次数 D. 进行仪器校准
13. 现需用直接法配制约为 0.1000 mol/L 的 Na_2CO_3 溶液 250 mL, 最必需的容器是 ()。
- A. 酸式滴定管 B. 容量瓶 C. 刻度烧杯 D. 量筒
14. 在铵的目测比色测定中, 所用的水不能含有 NH_4^+ , 否则会使测定结果偏高, 所以需要蒸馏水进行重蒸处理, 请问重蒸时最好加入 ()。
- A. 酸性 KMnO_4 B. 碱性 KMnO_4 C. 中性 KMnO_4 D. NaOH E. H_2O_2
15. 用目测比色法进行样品测定时, 比色管的观察方向是 ()。
- A. 从管口向下 B. 平视液面 C. 俯视液面
D. 仰视液面 E. 没有固定方法
16. 国家标准规定的实验室用水分为 ()。
- A. 二级 B. 三级 C. 四级 D. 五级 E. 六级
17. 溶液中含有 0.095 mol/L 的 OH^- , 其 pH 值为 ()。
- A. 12.98 B. 12.978 C. 13.0 D. 12.9777 E. 12.9
18. 有一化验员称取 0.5003 g 铵盐试样, 用甲醛法测定其中铵的含量。滴定耗用 0.280 mol/L 的 NaOH 18.30 mL。他写出以下五种结果, 其中合理的是 ()。
- A. 17% B. 17.4% C. 17.44% D. 17.442% E. 17.4420%
19. CaC_2O_4 沉淀在下列 () 的溶液中溶解损失最大。
- A. pH = 1.0 B. pH = 7 C. pH = 8 D. pH = 9 E. pH = 12



20. 以称量法测定某试样中的含砷量, 首先使之形成 Ag_3AsO_4 沉淀, 然后将其转化为 AgCl 沉淀, 以 AgCl 的质量计算试样中 As_2O_3 含量时, 使用的换算因数是 ()。
- A. $3\text{As}_2\text{O}_3/6\text{AgCl}$ B. $\text{As}_2\text{O}_3/3\text{AgCl}$ C. $\text{As}_2\text{O}_3/6\text{AgCl}$
D. $3\text{Ag}_2\text{O}_3/\text{AgCl}$ E. $6\text{Ag}_2\text{O}_3/\text{AgCl}$
21. 试样用量为 $0.1 \sim 10 \text{ mg}$ 的分析方法为 ()。
- A. 常量分析 B. 半微量分析 C. 微量分析
D. 超微量分析 E. 恒量分析
22. 如果共沉淀的杂质离子与沉淀的构晶离子半径接近, 电荷相同, 则易形成 ()。
- A. 表面吸附 B. 混晶 C. 机械吸留
D. 包藏 E. 后沉淀
23. 滴定分析中, 一般利用指示剂颜色改变而停止滴定, 这点成为 ()。
- A. 化学计量点 B. 理论改变点 C. 滴定突跃
D. 终点误差 E. 滴定终点
24. 下列关于酸碱指示剂的定义, 正确的是 ()。
- A. 指示剂为有色物质
B. 指示剂为弱酸或弱碱
C. 指示剂为弱酸或弱碱, 且其酸式或碱式结构具有不同颜色
D. 指示剂在不同溶液中可呈现不同颜色
E. 指示剂是有机染料, 它可与酸碱结合形成有色物质以指示终点
25. 人体血液的 pH 值总是在 $7.35 \sim 7.45$ 之间, 这是由于 ()。
- A. 人体内含大量的水分
B. 血液中含有一定的钠离子存在
C. 新陈代谢的酸碱物质是以等物质的量溶解在血液中
D. 血液中含有一定的 O_2
E. 血液中的 HCO_3^- 和 H_2CO_3 起缓冲作用
26. 摩尔吸光系数的单位是 ()。
- A. $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ B. $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ C. $\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
D. $\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ E. $\text{cm} \cdot \text{L} \cdot \text{g}^{-1}$
27. 从精密度好就可断定分析结果可靠的前提是 ()。
- A. 偶然误差小 B. 系统误差小 C. 平均偏差小
D. 标准偏差小 E. 相对平均偏差小
28. 提高配位分析反应选择性, 最常用的方法与 () 无关。
- A. 控制溶液的酸度



- B. 加入配合剂与干扰离子形成稳定的配合物
- C. 加入沉淀剂以消除干扰离子
- D. 利用氧化还原反应改变干扰离子的价态以消除干扰
- E. 分离干扰离子的干扰

三、多项选择题

1. 用于沉淀滴定法的沉淀反应必须符合的条件是 ()。
 - A. 沉淀反应的速度要快
 - B. 必须按一定量的化学反应式定量进行, 生成的沉淀溶解度要小
 - C. 有确定化学计量点的简单方法
 - D. 沉淀的吸附现象应不妨碍终点的确定
 - E. 没有任何副反应
2. 实验室用水的技术指标有 ()。
 - A. pH 值
 - B. 电导率
 - C. 可氧化物限度试验
 - D. 吸光度
 - E. SiO_2 含量
3. 制备实验室一般用水的方法有 ()。
 - A. 蒸馏
 - B. 离子交换法
 - C. 反渗透法
 - D. $0.2 \mu\text{m}$ 膜过滤法
 - E. 重蒸法
4. 蒸馏水中含有一些其他杂质的原因是 ()。
 - A. CO_2 及某些低沸点物质随水蒸气带入
 - B. 盛放蒸馏水的容器不够干净
 - C. 少量液态水成雾状飞出, 直接进入蒸馏水
 - D. 某些微生物和有机物的带入
 - E. 微量的冷凝管材料成分的带入
5. 化工检验员的职业等级包括 ()。
 - A. 初级
 - B. 中级
 - C. 高级
 - D. 技师
 - E. 高级技师
6. 化学检验员应遵循的基本职业道德包括 ()。
 - A. 为人正直
 - B. 品行端正
 - C. 敬业爱业
 - D. 认真负责
 - E. 与人为善
7. 化验报告的内容应包括 ()。
 - A. 送检单位名称
 - B. 送检时间
 - C. 化验项目
 - D. 化验时间
 - E. 化验结果
8. 化验报告的三级审查制度是 ()。
 - A. 化验员对数据结果的可靠性审查
 - B. 化验员在化验报告上签字
 - C. 技术员对技术审核并签字
 - D. 化验室质量负责人审签, 并加盖“理化检测专用章”
 - E. 送检部门进行最终审查
9. 误差按其性质可分为 ()。
 - A. 系统误差
 - B. 称量误差
 - C. 分析误差
 - D. 随机误差
 - E. 过失误差



10. 发生下列 () 情况不方便采样。
A. 取样现场通道发生障碍 B. 采样通道大量积水 C. 所采的样品外观异常
D. 采样现场无管理人员配合 E. 样品毒性很高, 不能采样
11. 对固态物料进行采样时, 应遵循 ()。
A. 采取的样品数不得少于 5 个 B. 子样的重量不得低于 5 kg
C. 物料总量愈多, 采样数量愈大 D. 应在不同部位、不同时刻进行采样
E. 对正在传送的物料不能采样
12. 常用灭火器的类型有 ()。
A. 酸碱灭火器 B. 泡沫灭火器 C. CO_2 灭火器 D. CCl_4 灭火器 E. 干粉灭火器
13. 有关误差, 下列叙述中正确的有 ()。
A. 误差是以真值为标准的, 偏差是以平均值为标准的
B. 对某项测定来说, 它的系统误差大小是可以测量的
C. 对偶然误差来说, 正负误差出现的机会是均等的
D. 标准偏差是用数理统计方法处理测定的数据而获得的
E. 精密度高, 系统误差一定小
14. 难溶化合物 PbSO_4 在 0.2 mol/L 的 Na_2SO_4 溶液中比在 0.02 mol/L 的 Na_2SO_4 溶液中溶解度大, 这是因为 ()。
A. 构晶离子电荷增大 B. 电解质浓度增大 C. 同离子效应增大
D. 异离子效应增大 E. 溶液中离子强度增大
15. 下列能够组成缓冲液的是 ()。
A. $\text{NaH}_2\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{HPO}_4$
B. 0.1 mol/L $\text{NH}_4\text{Cl} - 0.1 \text{ mol/L } \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
C. 0.1 mol/L $\text{NH}_4\text{Cl} - 0.1 \text{ mol/L } \text{NaOH}$
D. 0.1 mol/L $\text{NaOH} - 0.1 \text{ mol/L } \text{HCl}$
E. 0.1 mol/L $\text{NH}_4\text{Cl} - 0.1 \text{ mol/L } \text{NaCl}$
16. 分别标定高氯酸和氢氧化钠标准溶液浓度所用的基准物质是 ()。
A. 水杨酸钠 B. 苯甲酸 C. 甲醇钠 D. 氢氧化钾 E. 邻苯二甲酸氢钾
17. 莫尔法不适宜在 () 溶液中滴定。
A. 中性或弱碱性 B. 氨性 C. 含有能与 CrO_4^{2-} 生成沉淀的阳离子
D. 含有能与 Ag^+ 生成沉淀的阴离子 E. 酸性
18. 配制 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液时, 正确的操作方法是 ()。
A. 使用新煮沸放冷的蒸馏水 B. 加入适量酸, 以便杀死微生物
C. 加少量 Na_2CO_3 , 抑制微生物生长 D. 配制后立即标定, 不可久放



E. 配制后放置 7 ~ 10 d, 然后标定

19. 电极反应 $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, 25 °C 的电极电位表达形式可为 $E =$ ()。

A. $E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\ominus - 0.059/2 \times \lg a(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

B. $E_{\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{Ag}}^\ominus - 0.059/2 \times \lg a(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

C. $E_{\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{Ag}}^\ominus - 0.059/2 \times \lg c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

D. $E_{\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{Ag}}^\ominus - 0.059/2 \times \lg(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

E. $E_{\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{Ag}}^\ominus - 0.059/2 \times p(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

20. 可见分光光度计在初次使用时, 或更换光源灯泡后, 都应校对波长。校对波长的方法有 ()。

A. 目视法, 调节 580 nm 处的光为黄色 B. 目视法, 调节 430 nm 处的光为紫色

C. 目视法, 调节 700 nm 处的光为红光 D. 使用锗钨滤光片

E. 用 KMnO_4 溶液绘制吸收曲线, 最大吸收峰在 (525 ± 10) nm 之内, 仪器的波长精度合格

21. 用 NaOH 测定 HAc 含量, 使用甲基橙作指示剂, 对结果造成的误差是 ()。

A. 系统误差 B. 偶然误差 C. 负误差 D. 操作误差 E. 过失误差

22. 莫尔法多用于 () 的测定。

A. Cl^- B. Br^- C. I^- D. SCN^- E. Ag^+

23. 应用吸附指示剂, 下面 () 可以使终点颜色变化明显。

A. 加入淀粉、糊精等亲水性高分子化合物

B. 胶体颗粒对指示剂离子的吸附力应略小于对被测离子的吸附力

C. 溶液的 pH 值应适当

D. 指示剂的离子与加入滴定的离子应带有相反的电荷

E. 避免强光照射

四、名词解释

1. 质量守恒定律

2. 共轭酸碱对

3. 标准溶液

4. 准确度和精密度

5. 对照试验

6. 同离子效应

7. 共轭效应



8. 朗伯-比尔定律公式及描述
9. 空白试验
10. 返滴定法
11. 路易斯酸碱定义
12. 阿仑尼乌斯公式及描述

五、简答与计算题

1. 简述固体试样称量的方法。
2. 简述系统误差和偶然误差的起因、特点以及消除或者减小的方法。
3. 试述标准溶液的配制和标定方法。
4. 计算下列溶液的 pH 值:
 - (1) 2.0×10^{-7} mol/L 的 HCl 溶液。
 - (2) 0.10 mol/L 的一氯醋酸溶液 ($K_a = 1.50 \times 10^{-3}$)。
 - (3) 2.0×10^{-7} mol/L 的 NaOH 溶液。
5. 一定量的 KHC_2O_4 基准品, 用待标定的 KMnO_4 标准溶液在酸性条件下滴定至终点, 用去 15.24 mL; 同样量的该 KHC_2O_4 , 正好被 0.1200 mol/L 的 NaOH 标准溶液 15.95 mL 完全中和。求 KMnO_4 标准溶液的浓度。
6. 将 80.00 mL 0.1250 mol/L 的 KCl 加到 45.00 mL 0.1000 mol/L 的 AgNO_3 溶液中, 试计算留在溶液中有多少克 Ag^+ ? [$K_{sp}(\text{AgCl}) = 1.80 \times 10^{-10}$]
7. 今有 ZnO 及 MgSO_4 的混合试样:
 - (1) 称取混合试样 1.000 g, 溶解后用 BaCl_2 溶液沉淀, 经过滤、洗涤、灼烧后得沉淀重 1.0000 g。
 - (2) 另称 1.0000 g 混合试样溶解后稀释至 250.0 mL, 取 50.00 mL 用 EDTA 标准溶液滴定 ZnO、 MgSO_4 , 终点时耗去 0.1000 mol/L 的 EDTA 溶液 20.00 mL, 计算混合试样中 ZnO 及 MgSO_4 的百分含量。(ZnO 的摩尔质量为 81.40 g/mol, MgSO_4 的摩尔质量为 120.3 g/mol, BaSO_4 的摩尔质量为 233.3 g/mol)
8. 称取含 P_2O_5 的试样 1.0239 g, 用 MgCl_2 、 NH_4Cl 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 使磷沉淀成 MgNH_4PO_4 , 过滤、洗涤、灼烧成 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, 称得质量 0.2836 g。试计算试样中 P_2O_5 的百分含量。(P_2O_5 的摩尔质量是 141.94 g/mol, $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 的摩尔质量是 222.55 g/mol)



化学检验工中级理论考试复习题—参考答案

一、判断题

1. × 2. √ 3. × 4. × 5. √ 6. √ 7. × 8. × 9. √
 10. × 11. × 12. √ 13. × 14. × 15. √ 16. √ 17. √ 18. ×
 19. √ 20. × 21. × 22. × 23. √ 24. × 25. × 26. √ 27. √
 28. × 29. √ 30. × 31. √ 32. √ 33. √ 34. × 35. √ 36. √
 37. × 38. √ 39. ×

二、单项选择题

1. B 2. A 3. A 4. D 5. C 6. B 7. B 8. D 9. C
 10. C 11. D 12. C 13. B 14. D 15. A 16. B 17. D 18. B
 19. A 20. C 21. C 22. B 23. E 24. C 25. E 26. B 27. D
 28. D

三、多项选择题

1. ABCD 2. ABCDE 3. ABE 4. ABCD 5. ABCDE 6. CD
 7. ABCDE 8. BDE 9. ADE 10. ABDE 11. AD 12. BCDE
 13. ACD 14. DE 15. AB 16. E 17. CD 18. ACE
 19. B 20. ADE 21. AC 22. ACE 23. ABCE

四、名词解释

1. 质量守恒定律：质量守恒指反应前后各物质的质量总和相等。
2. 共轭酸碱对：由得失一个质子而发生共轭关系的一对酸碱，称为共轭酸碱对。当酸碱反应达到平衡时，共轭酸碱必同时存在。以 HA 表示酸的化学式： $\text{HA}(\text{酸}) \rightarrow \text{A}^-(\text{碱}) + \text{H}^+$ 。HA 是 A^- 的共轭酸， A^- 是 HA 的共轭碱， HA/A^- 为共轭酸碱对。
3. 标准溶液：浓度准确已知的溶液。标准溶液浓度的确定有两种方法：直接法和间接法。在间接法中，需要使用基准物。
4. 准确度和精密性：准确度是测定值或测定平均值与真值之差别，用误差或相对误差来表征。精密性是测定值之间互相吻合的程度，用偏差或相对偏差或平均偏差或标准偏差来表征。

5. 对照实验：一般进行某种试验以阐明一定因子对一个对象的影响和处理效应或



其意义时,除了对试验所要求研究的因子或操作处理外,对照试验也要进行同样内容的试验,并把两种试验的结果经常进行比较,这种试验称为对照试验,或简称对照。另外,设有对照的试验亦称为对照试验。

6. 同离子效应:在弱电解质溶液中加入与该电解质有相同离子的强电解质,可以降低弱电解质的电离度,这叫做同离子效应。

7. 共轭效应:又称离域效应,是指由于共轭 π 键的形成而引起分子性质改变的效应。

8. 朗伯-比尔定律公式及描述:光的吸收作用是受朗伯(Lambert)定律和比尔(Beer)定律这两个物理定律支配的。朗伯定律指出,在一定的波长下,光的吸收量与吸光材料的厚度成正比。比尔定律指出,在一定的波长下,光的吸收量与吸光材料的浓度成正比。朗伯-比尔定律可以写成下面的数学形式:

$$D, = \lg \frac{\phi_i}{\phi_r} = a\lambda \cdot \xi \cdot c$$

9. 空白实验:空白试验是指在不加试样的情况下,按试样分析规程在同样的操作条件下进行的分析,所得结果的数值为空白值,然后从试样测得结果中扣除此空白值就得到比较可靠的分析结果。

10. 返滴定法:由于反应较慢或反应物是固体,加入相当的滴定剂的量而反应不能立即完成时,可以先加入过量滴定剂,待反应完成后,用另一种标准溶液滴定剩余的滴定剂。

11. 路易斯酸碱定义:碱是具有孤对电子的物质,这对电子可以用来使别的原子形成稳定的电子层结构。酸则是能接受电子对的物质,它利用碱所具有的孤对电子使其本身的原子达到稳定的电子层结构。

12. 阿仑尼乌斯公式及描述:

$$K = A \exp \left(- \frac{E_a}{RT} \right)$$

五、简答与计算题

1. 在天平上准确称量出容器的重量,然后在天平上增加欲称取质量数的砝码,用药勺盛试样,在容器上方轻轻振动,使试样徐徐落入容器,调整试样的量至达到指定重量,称量完后,将试样全部转移入实验容器中。

2. 随机误差,来源:无法控制的不确定因素的影响而造成的误差。其特点是:①单峰性;②有限性;③对称性;④抵偿性。消除方法:增加平行测定的次数。

系统误差,来源:方法误差、仪器和试剂误差、操作误差。其特点是:①对分析结果的影响比较恒定;②在同一条件下,重复测定,重复出现;③影响准确度,不影响精



密度；④可以消除。消除方法：①方法误差——采用标准方法，对比实验；②仪器误差——校正仪器；③试剂误差——做空白实验。

3. 直接配制法：直接用容量瓶配制，定容。可直接配制标准溶液的物质应具备的条件是：①必须具备足够的纯度，一般使用基准试剂或优级纯；②物质的组成应与化学式完全相等。应避免：①结晶水丢失；②吸湿性物质潮解；③见光不分解，不氧化。

间接配制法：①配制溶液：配制成近似所需浓度的溶液；②标定：用基准物或另一种已知浓度的标准溶液来滴定；③确定浓度：由基准物质量（或体积、浓度），计算确定之。

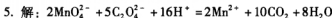
标定方法：①用基准物质标定：被标定溶液一般取 20 ~ 30 mL，根据其近似浓度和化学计量关系，估计出需称量基准物的质量。在分析天平上准确称量基准物、溶解，用待标定的溶液进行滴定，最后进行计算。②比较滴定：准确移取一定体积的待标定溶液，用另一标准溶液进行滴定，最后进行计算。

4. 解：(1) 6.6989

$$(2) c(\text{H}^+) = K_a c = 1.5 \times 10^{-3} \times 0.1 = 1.5 \times 10^{-4},$$

$$\text{pH} = -\lg(1.5 \times 10^{-4}) = 3.823$$

$$(3) \text{pH} = 14 - \lg(2.0 \times 10^{-7}) = 7.301$$



$$15.24 \times 10^{-3} \times c(\text{KMnO}_4) = 0.12 \times 15.95 \times 10^{-3}$$

$$c(\text{KMnO}_4) = 0.0502 \text{ mol/L}$$

$$6. \text{解：} K_{sp}(\text{AgCl}) = c(\text{Cl}^-) c(\text{Ag}^+)$$

$$c(\text{Cl}^-) = 80.00 \times 0.1250 \times 10^{-3} - 45.00 \times 0.1000 \times 10^{-3} + c(\text{Ag}^+)$$

$$[80.00 \times 0.1250 \times 10^{-3} - 45.00 \times 0.1000 \times 10^{-3} + c(\text{Ag}^+)] c(\text{Ag}^+) = 1.80 \times 10^{-10}$$

$$c(\text{Ag}^+) = 3.2727 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$7. \text{解：} m(\text{MgSO}_4)/120.3 = 1.000/233.3$$

$$m(\text{MgSO}_4)/120.3 + m(\text{ZnO})/81.40 = 20.00 \times 0.1000 \times 10^{-3}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = 0.5156 \text{ g} \quad m(\text{ZnO}) = 0.1861 \text{ g}$$



$$\frac{m}{141.94}$$

$$0.2836/222.55$$

$$m = 0.2836 \times 141.94/222.55 = 0.1809 \text{ g} \quad W(\text{P}_2\text{O}_5)\% = 0.1809/1.0239 = 17.66$$



化学检验工中级理论考试复习题二

一、填空题

1. 玻璃器皿的玻璃分为()玻璃和()玻璃两种。烧杯由()玻璃制成,量筒由()玻璃制成。
2. 常用的玻璃量器有()、()、()、量筒和量杯。
3. 分析天平的分度值为()g。
4. 国家标准规定的实验室用水分为()级。一级水的电导率 $<< () \mu\text{S}/\text{m}$ 。
5. 我国化学试剂分为()纯、()纯、()纯和实验试剂。
6. 物质的密度是指在规定温度下()物质的质量。
7. 配制酸或碱溶液时不允许在()和()中进行。
8. 测定值与真值之差称为(),个别测定结果与多次测定的平均值之差称为()。
9. 系统误差影响分析结果的(),随机误差影响分析结果的()。
10. 滴定管刻度不准和试剂不纯都会产生(),滴定时溶液溅出引起的误差为()。
11. 某样品三次分析结果是: 54.37%, 54.41%, 54.44%, 其含量的平均值为(), 相对平均偏差为()。
12. 用来分析的试样必须具有()性和()性。
13. 滴定分析法按反应类型可分为()法、()法、()法和()法。
14. 在弱酸或弱碱溶液中, pH 和 pOH 之和等于()。
15. 酸碱滴定法可用于测定酸、碱以及()的物质。
16. NaOH 标准溶液可用基准物()或()来标定。
17. Fe_2O_3 中 Fe 的氧化数是(), 它的化学名称是()。
18. 碘量法中用()作指示剂, 标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的基准物是()。
19. 沉淀称量法中, 细颗粒晶形沉淀可用()滤纸, 无定形沉淀可用()滤纸。
20. 配位滴定用的标准滴定溶液是(), 它的化学名称是()。
21. 当 $c(1/5\text{KMnO}_4) = 0.1 \text{ mol/L}$ 时, $c(\text{KMnO}_4) = () \text{ mol/L}$ 。
22. 在 500 mL NaOH 溶液中含有 0.02 g NaOH, 该溶液的 pH = ()。



23. 在 500 mL H_2SO_4 溶液中含有 2.452 g H_2SO_4 , 则 $c(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = (\quad)$ mol/L。
24. 莫尔法用 (\quad) 作指示剂, 可以测定 (\quad) 和 (\quad) 离子。
25. 直接碘量法是利用 (\quad) 作标准溶液, 可测定一些 (\quad) 物质。
26. 间接碘量法是利用碘离子的 (\quad) 作用, 与 (\quad) 物质反应生成游离碘, 再用 (\quad) 标准溶液滴定, 从而求出被测物质含量。
27. 用 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 标准溶液测定 Mn 时, 用 (\quad) 作指示剂。
28. AgNO_3 和 NaCl 反应, 在等量点时 Ag^+ 的浓度为 (\quad) 。[AgCl 溶度积常数为 1.8×10^{-10}]
29. 在含有 Zn^{2+} 和 Al^{3+} 的溶液中加入氨水, Zn^{2+} 生成 (\quad) , Al^{3+} 生成 (\quad) 分离出来。
30. 沉淀称量法是利用 (\quad) 反应, 使被测组分转化为 (\quad) 从试样中分离出来。
31. 影响沉淀纯度的主要因素是 (\quad) 和 (\quad) 现象。
32. 沉淀的同离子效应是指 (\quad) 构晶离子的浓度, 从而 (\quad) 沉淀溶解度的现象。
33. 在光吸收曲线上, 光吸收程度最大处的波长称为 (\quad) 。
34. 如果两种不同颜色的光, 按 (\quad) 混合后得到白光, 这两种光称为 (\quad) 。
35. 摩尔吸光系数越大, 溶液的吸光度 (\quad) , 分光光度分析的灵敏度 (\quad) 。
36. 在可见光区, 用 (\quad) 作吸收池, 在紫外区用 (\quad) 作吸收池。
37. 当入射光波长一定时, 有色物质浓度为 (\quad) , 液层厚度为 (\quad) 时的吸光度称为摩尔吸光系数。
38. 透明物质呈现的颜色是 (\quad) , 不透明物质呈现的颜色是 (\quad) 。
39. 显色剂与显色后生成的有色配合物的 (\quad) 之间的差值称为对比度。要求显色剂的对比度 (\quad) 越好。
40. 分光光度计由 (\quad) 、单色器、 (\quad) 及信号显示与记录等基本单元组成。
41. 玻璃电极对溶液中的 (\quad) 有选择性响应, 因此可用于测定溶液的 (\quad) 值。
42. 酸度计是测量溶液 (\quad) 值的, 它的敏感元件是 (\quad) 。
43. 利用物质的 (\quad) 及 (\quad) 性质进行分析的方法称电化学分析法。
44. 热导检测器中最关键的元件是 (\quad) 元件。
45. 在气相色谱法中常用的载气是 (\quad) 、 (\quad) 、 (\quad) 。
46. 在气相色谱法中, 从进样到出现峰最大值所需的时间是 (\quad) 。
47. 气相色谱法中应用最广的两种检测器是 (\quad) 和 (\quad) , 分别用符号



()和()表示。

48. 分配系数是组分在固定相和流动相中的()之比。

49. 热导池池体结构可分为直通式、()和()三种。

50. 气相色谱的载体可分为硅藻土类和()类,硅藻土类载体又可分为()和()。

二、选择题

1. 根据数理统计理论,可以将真值落在平均值的一个指定范围内,这个范围称为()。

A. 置信系数 B. 置信界限 C. 置信度 D. 置信区间

2. 个别测定值与测定的算术平均值之间的差值称()。

A. 相对误差 B. 绝对误差 C. 相对偏差 D. 绝对偏差

3. 当用氢氟酸挥发 Si 时,应在()器皿中进行。

A. 玻璃 B. 石英 C. 铂 D. 聚四氟乙烯

4. 某厂生产的固体化工产品共计 10 桶,按规定应从()中取样。

A. 10 桶 B. 5 桶 C. 1 桶 D. 2 桶

5. 在天平盘上加 10 mg 的砝码,天平偏转 8.0 格,此天平的分度值是()。

A. 0.00125 g B. 0.8 mg C. 0.08 g D. 0.01 g

6. 一组测定结果的精密度很好,而准确度()。

A. 也一定好 B. 一定不好 C. 不一定好 D. 与精密度无关

7. 用酸碱滴定法测定工业醋酸中的乙酸含量,应选择()作指示剂。

A. 酚酞 B. 甲基橙 C. 甲基红 D. 甲基红-次甲基蓝

8. 用双指示剂法测定混合碱,加入酚酞指示剂后溶液呈无色,说明该混合碱中只有()。

A. NaOH B. Na_2CO_3 C. NaHCO_3 D. $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$

9. 变色范围为 $\text{pH}=4.4 \sim 6.2$ 的指示剂是()。

A. 甲基橙 B. 甲基红 C. 溴酚蓝 D. 中性红

10. 在强酸强碱滴定时,采用甲基橙作指示剂的优点是()。

A. 指示剂稳定 B. 变色明显 C. 不受 CO_2 影响 D. 精密度好

11. 对于 $K_a < 10^{-7}$ 的弱酸,不能在水中直接滴定,但可在()中直接滴定。

A. 酸性溶剂 B. 碱性溶剂 C. 两性溶剂 D. 惰性溶剂

12. 甲酸的 $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$, 碳酸的 $K_a = 4.2 \times 10^{-7}$, 甲酸的酸性()碳酸的酸性。

- A. 大于 B. 等于 C. 小于 D. 接近
13. 在醋酸溶液中加入醋酸钠时, H^+ 离子浓度将会 ()。
- A. 增大 B. 不变 C. 减小 D. 无法确定
14. 某溶液, 甲基橙在里面显黄色, 甲基红在里面显红色, 该溶液的 pH 值是 ()。
- A. <4.4 B. >6.2 C. $4.4 \sim 6.2$ D. 无法确定
15. 用 0.10 mol/L 的 HCl 滴定 0.10 mol/L 的 Na_2CO_3 至酚酞终点, Na_2CO_3 的基本单元是 ()。
- A. $1/3 Na_2CO_3$ B. $1/2 Na_2CO_3$ C. Na_2CO_3 D. $2Na_2CO_3$
16. $KMnO_4$ 滴定需在 () 介质中进行。
- A. 硫酸 B. 盐酸 C. 磷酸 D. 硝酸
17. 淀粉是一种 () 指示剂。
- A. 自身 B. 氧化还原型 C. 专属 D. 金属
18. 氧化还原滴定中, 高锰酸钾的基本单元是 ()。
- A. $KMnO_4$ B. $1/2 KMnO_4$ C. $1/5 KMnO_4$ D. $1/7 KMnO_4$
19. 测定 $FeCl_2$ 时, 应选择 () 作标准滴定溶液。
- A. $KMnO_4$ B. $K_2Cr_2O_7$ C. I_2 D. $Na_2S_2O_3$
20. 标定 $KMnO_4$ 时用 $H_2C_2O_4$ 作基准物, 它的基本单元是 ()。
- A. As_2O_3 B. $1/2 H_2C_2O_4$ C. $1/3 H_2C_2O_4$ D. $1/4 H_2C_2O_4$
21. 标定 I_2 标准溶液的基准物是 ()。
- A. As_2O_3 B. $K_2Cr_2O_7$ C. Na_2CO_3 D. $H_2C_2O_4$
22. 重铬酸钾法测定铁时, 加入硫酸的作用主要是 ()。
- A. 降低 Fe^{3+} 浓度 B. 增加酸度 C. 防止生成沉淀 D. 变色明显
23. EDTA 的有效浓度 $[Y^{4-}]$ 与酸度有关, 它随着溶液 pH 值增大而 ()。
- A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 先增大后减小
24. EDTA 法测定水的总硬度是在 $pH = ()$ 的缓冲溶液中进行, 钙硬度是在 $pH = ()$ 的缓冲溶液中进行。
- A. 7 B. 8 C. 10 D. 12
25. 用 EDTA 测定 SO_4^{2-} 时, 应采用 () 方法。
- A. 直接滴定 B. 间接滴定 C. 返滴定 D. 连续滴定
26. 莫尔法滴定在接近终点时 ()。
- A. 要剧烈振荡 B. 不能剧烈振荡 C. 无一定要求
27. 用摩尔法测定纯碱中的氯化钠, 应选择 () 作指示剂。
- A. $K_2Cr_2O_7$ B. K_2CrO_4 C. KNO_3 D. $KClO_3$



28. 用沉淀称量法测定硫酸根含量时, 如果称量式是 BaSO_4 , 换算因数是 ()。
- A. 0.1710 B. 0.4116 C. 0.522 D. 0.6201
29. 对于溶解度小而又不易形成胶体的沉淀, 可以用 () 洗涤。
- A. 蒸馏水 B. 沉淀剂稀溶液 C. 稀盐酸 D. 稀硝酸
30. 盐效应能使沉淀的溶解度 ()。
- A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 增大后又减小
31. 为避免非晶形沉淀形成胶体溶液, 可采用 ()。
- A. 陈化 B. 加过量沉淀剂
- C. 加热并加入电解质 D. 在稀溶液中沉淀
32. 测定 $\text{pH} > 10$ 的溶液时应选用 ()。
- A. 普通玻璃电极 B. 锂玻璃电极 C. 铂电极 D. 甘汞电极
33. 库化法测定微量水时, 作为滴定剂的 I_2 是在 () 上产生的。
- A. 指示电极 B. 参比电极 C. 电解阴极 D. 电解阳极
34. 普通玻璃电极适合测定 $\text{pH} =$ () 的溶液酸度。
- A. 1 ~ 7 B. 7 ~ 14 C. 1 ~ 10 D. 1 ~ 14
35. 电位滴定与容量滴定的根本区别在于 () 不同。
- A. 滴定仪器 B. 指示终点的方法 C. 滴定手续 D. 标准溶液
36. 用电位滴定法测定卤素时, 滴定剂为 AgNO_3 , 指示电极用 ()。
- A. 银电极 B. 铂电极 C. 玻璃电极 D. 甘汞电极
37. 一束 () 通过有色溶液时, 溶液的吸光度与溶液浓度和液层厚度的乘积成正比。
- A. 平行可见光 B. 平行单色光 C. 白光 D. 紫外光
38. 用分光光度法测定时, 应选择 () 波长才能获得最高灵敏度。
- A. 平行光 B. 互补光 C. 紫外光 D. 最大吸收峰
39. 由于分子中价电子的跃迁而产生的吸收光谱称 () 光谱。
- A. 蓝色 B. 红色 C. 紫色 D. 绿色
40. 由于分子中价电子的跃迁而产生的吸收光谱称 () 光谱。
- A. 红外吸收 B. 远红外吸收 C. 紫外吸收 D. 原子吸收
41. 摩尔吸光系数的单位是 ()。
- A. $\text{L/mol} \cdot \text{cm}$ B. $(\text{mol/L}) \cdot \text{cm}$ C. $\text{mol} \cdot \text{cm/L}$ D. $\text{mol} \cdot \text{cm} \cdot \text{L}$
42. 热导检测器用 () 表示, 氢火焰检测器用 () 表示, 电子捕获检测器用 () 表示, 火焰光度检测器用 () 表示。
- A. FID B. ECD C. TCD D. FPD E. NPD
43. 用气相色谱法测定空气中氧含量时, 应选择 () 作固定相。



- A. 活性炭 B. 硅胶 C. 活性氧化铝 D. 分子筛

44. 用气相色谱法测定 O_2 、 N_2 、 CO 、 CH_4 、 HCl 等气体混合物时应选择 () 检测器。

- A. FID B. TCD C. ECD D. FPD

45. 用气相色谱法测定混合气体中 H_2 含量时, 应选择 () 作载气。

- A. H_2 B. N_2 C. He D. CO_2

46. 欲测定高聚物分子量分布, 应选用 () 色谱。

- A. 液固吸附 B. 液液分配 C. 离子交换 D. 凝胶渗透

47. 色谱分析中的相对校正因子是被测组分 i 与参与组分 s 的 () 之比。

- A. 保留值 B. 峰面积 C. 绝对响应值 D. 绝对校正因子

48. 热导检测器有不同的结构形式, 灵敏度最高的是 ()。

- A. 直通式 B. 半扩散式 C. 扩散式 D. 直通式和扩散式

49. 色谱中归一化法的优点是 ()。

- A. 不需要准确进样 B. 不需要校正因子 C. 不需定性 D. 不用标样

50. 测定废水中苯含量时, 应采用 () 检测器。

- A. TCD B. FID C. ECD D. FPD

三、判断题

() 1. 一个试样经过 10 次以上的测试, 可以去掉一个最大值和一个最小值, 然后求平均值。

() 2. 随机误差的分布遵从正态分布规律。

() 3. 分析天平是指分度值 0.1 mg/格 的天平。

() 4. 由于仪器设备有缺陷、操作者不按规程进行操作以及环境等的影响均可引起系统误差。

() 5. 固体化工产品的样品制备一般包括粉碎、混合、缩分三个步骤。

() 6. 液体物质的密度是指在规定温度下单位体积物质的重量。

() 7. 在化工容器或管道内作业时, 空气中的氧含量必须在 $18\% \sim 21\%$ 之内, 否则不准作业。

() 8. 用对照分析法可以校正由仪器不够准确所引起的误差。

() 9. 某一化工产品是非均相液体, 取样人员仅从容器底部放出了代表性样品, 送到化验室检验。

() 10. 在电解质溶液中, 由于存在着正、负离子, 所以能导电。

() 11. 用盐酸滴定氨水中氮含量时, 应选择酚酞作指示剂。



- () 12. 在 $\text{pH} = 0$ 的溶液中, H^+ 的浓度等于零。
- () 13. 醋酸钠是强碱弱酸盐, 它的水溶液显碱性。
- () 14. H_2SO_4 是二元酸, 用 NaOH 标准溶液滴定时有两个滴定突跃。
- () 15. 醋酸溶液稀释后, 其 pH 值增大。
- () 16. 由于 K_2MnO_4 性质稳定, 可作基准物直接配制成标准溶液。
- () 17. 由于 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 容易提纯, 干燥后可作为基准物直接配制标准液, 不必标定。
- () 18. 间接碘量法要求在暗处静置, 是为了防止 I^- 被氧化。
- () 19. 配制 I_2 标准溶液时, 应加入过量的 KI 。
- () 20. 间接碘量法滴定时速度应较快, 不要剧烈振荡。
- () 21. 配位滴定指示剂称为金属指示剂, 它本身是一种金属离子。
- () 22. 莫尔法测定可用来测定试样中的 I^- 含量。
- () 23. EDTA 与金属离子配位时, 不论金属离子的价态, 都能形成 $1:1$ 配合物, 没有分级配位现象。
- () 24. 佛尔哈德法是以 NH_4CNS 为标准滴定溶液, 铁铵矾为指示剂, 在稀硝酸溶液中进行滴定。
- () 25. EDTA 的酸效应系数 α_{H} 与溶液的 pH 有关, pH 越大, 则 α_{H} 也越大。
- () 26. 沉淀称量法中的称量式必须具有确定的化学组成。
- () 27. 称量分析法不需要基准物。
- () 28. 沉淀称量法中, 沉淀式和称量式是两种不同的物质。
- () 29. 在含有 BaSO_4 沉淀的饱和溶液中, 加入 KNO_3 , 能减少 BaSO_4 的溶解度。
- () 30. 透射光强度与人射光强度之比的对数称为吸光度。
- () 31. 分光光度计的单色器, 其作用是把光源发出的复合光分解成所需波长的单色光。
- () 32. 不同浓度的高锰酸钾溶液, 它们的最大吸收波长也不同。
- () 33. 物质呈现不同的颜色, 仅与物质对光的吸收有关。
- () 34. 有色物质的吸光度 A 是透光度 T 的倒数。
- () 35. 标准氢电极是常用的指示电极。
- () 36. 用玻璃电极测量溶液的 pH 时, 必须首先进行定位校正。
- () 37. 原电池是把电能转化为化学能的装置。
- () 38. 氢火焰检测器的气源有三种: 载气 N_2 , 燃气 H_2 , 助燃气空气。
- () 39. 气固色谱用固体吸附剂作固定箱, 常用的固体吸附剂有活性炭、氧化铝、硅胶、分子筛和高分子微球。



- () 40. 热导检测器的桥电流高, 灵敏度也高, 因此使用的桥电流越高越好。
- () 41. 色谱柱的寿命与操作条件有关, 当分离度下降时说明柱子失效。
- () 42. 液相色谱中, 固定相的极性比流动相的极性强时, 称为正相液相色谱。
- () 43. 载体的酸洗主要是为了中和载体表面碱性吸附点, 同时除去载体表面的金属铁等杂质。
- () 44. 选择高效液相色谱所用的流动相时, 除了考虑分离因素外, 还要受检测器的限制。
- () 45. 相对校正因子不受操作条件的影响, 只受检测器类型影响。
- () 46. 绝对响应值和绝对校正因子不受操作条件的影响, 只随检测器的种类而改变。
- () 47. 热导检测器必须严格控制工作温度, 而其他检测器则要求不太严格。
- () 48. 色谱定量时, 用峰高乘以半峰高为峰面积, 则半峰宽是指峰底宽度的一半。
- () 49. 相对响应值不但与检测器的种类有关, 而且受操作的影响。
- () 50. 只要检测器种类相同, 不论使用载气是否相同, 相对校正因子必然相同。

四、问答题

1. 我国强制性标准包括哪些范围?
2. 玻璃仪器常用的洗涤剂有哪些?
3. 实验室常用的滴定管有哪几种?
4. 什么是天平的灵敏度? 什么是天平的分度值?
5. 固体试样的称量方法有哪几种?
6. 引起化学试剂变质的因素有哪些?
7. 标准溶液的配制方法有哪两种?
8. 什么叫相对密度?
9. 等物质的量反应规则是什么? 写出表达式。
10. 为什么增加平行测定的次数能减少随机误差?
11. 简述滴定分析法对化学反应的要求。
12. 当水中含有较多的氯化物时, 为什么不能采用酸性高锰酸钾法测定水的化学耗氧量?
13. 碘量法要求在什么样的酸度下进行? 为什么?
14. 写出 EDTA 的化学名称和结构式, 为什么它能与金属离子形成稳定的配合物?
15. 简述水的总硬度和钙硬度的测定原理。



16. 间接碘量法的指示剂为什么要在近终点时加入?
17. 配位滴定法有哪几种滴定方式? 水的硬度测定属于哪一种?
18. 说明摩尔法和佛尔哈德法的适用范围有什么不同?
19. 用基准物 Na_2CO_3 标定盐酸时, 用甲基橙作指示剂, 不能用酚酞, 为什么?
20. 0.01 mol/L HCl 滴定 0.01 mol/L NaOH 时用什么作指示剂? 为什么?
21. EDTA 和金属离子配合物的稳定常数 $K_{\text{稳}}$ 与条件稳定常数 $K'_{\text{稳}}$ 有什么不同? 有什么关系?
22. 影响氧化还原反应速度的因素有哪些?
23. 高锰酸钾法测定铁时, 为什么不用盐酸酸化?
24. 影响沉淀溶解度的因素有哪些?
25. 间接碘量法中如何防止碘的挥发?
26. 什么是摩尔法吸光系数?
27. 非水滴定中的溶剂可分为哪几种?
28. 在分光光度分析中, 消除干扰的方法有哪些?
29. 简述直接电位法测定 pH 值的原理。
30. 什么是玻璃电极的碱差或钠差?
31. 举例说明离子选择电极的种类。
32. 与普通滴定分析法比较, 电位滴定法更适合用于哪些溶液?
33. 简述库仑分析法的理论依据。
34. 库仑分析法有哪些优点?
35. 气相色谱用的高分子多孔小球有什么特点?
36. 色谱分析中外标法的优点是什么?
37. 色谱分析中采用归一化法的必要条件是什么?
38. 什么是相对保留值?
39. 气相色谱中怎样选择热导和氢焰检测器的温度?
40. 用内标法定量时, 对内标物有何要求?
41. 试描述色谱分析时, 进样量对分析的影响。
42. 试描述色谱柱的固定相及其种类。
43. 按固定相状态和分离机理, 液相色谱可分为哪几类?
44. 液相色谱中, 什么叫等度洗脱和梯度洗脱?
45. 液相色谱仪由哪几部分组成?

五、计算题

1. 欲配制 $(1+3) \text{ H}_2\text{SO}_4$ 溶液 500 mL , 怎样配制?



2. 欲配制 20% KI 溶液 200 g, 应取 KI 多少克? 加水多少克?
3. 配制 20% 的 HNO_3 溶液 500 g, 应取 65% 的 HNO_3 溶液多少克? 加水多少克?
4. 配制 $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.10 \text{ mol/L}$ 的溶液 100 mL, 需用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 多少克?
5. 求 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1 \text{ mol/L}$ 溶液的 $\text{pH} = ?$
6. 用双指示剂法测定混合碱时, 酚酞变色时滴定管读数为 15.10 mL, 继续滴定至甲基橙变色, 滴定管读数为 25.25 mL, 试判断混合碱的组成。
7. 在三角瓶中准确加入 $c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1005 \text{ mol/L}$ 的硫酸标准溶液 50.00 mL, 用安瓿球称取氨水 0.1960 g 放入其中, 摇碎安瓿球以吸收氨水, 再用 $c(\text{NaOH}) = 0.101 \text{ mol/L}$ 的标准溶液返滴至终点, 消耗 21.55 mL, 求氨水中 NH_3 的百分含量?
8. 称纯碱样品 4.850 g, 溶解后定容至 250 mL, 取出 25.00 mL, 用 $c(\text{AgNO}_3) = 0.100 \text{ mol/L}$ 的标准溶液滴定至终点, 消耗 21.55 mL, 计算纯碱中 NaCl 的百分含量?
9. 用 $c(\text{HCl}) = 0.100 \text{ mol/L}$ 的 HCl 滴定 20 mL $c(\text{NaOH}) = 0.100 \text{ mol/L}$ 的 NaOH , 以甲基橙指示剂滴定到 $\text{pH} = 4.0$ 时, 滴定误差是多少? 若以酚酞为指示剂滴定到 $\text{pH} = 9.0$ 时, 滴定误差又是多少?
10. 将 20.0 g NaOH 溶于水并定容至 200 mL, 求此溶液物质的量浓度是多少? pH 值是多少?
11. 称取含 Na_2S 的样品 0.1515 g, 溶解后加入 $c(1/2\text{I}_2) = 0.1000 \text{ mol/L}$ 的碘标准溶液 30.00 mL, 过量的碘用 $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1000 \text{ mol/L}$ 的标准溶液返滴定, 消耗 20.30 mL, 计算样品中 Na_2S 的百分含量?
12. 取水样 100 mL, 加氨性缓冲溶液和指示剂, 用 $c(\text{EDTA}) = 0.010 \text{ mol/L}$ 的标准溶液滴定, 消耗 3.00 mL, 求水中 CaO 的含量是多少?
13. 用佛尔哈德法测定苛性钾中的氯含量。称样 40.01 g, 溶解并定容至 1000 mL, 吸出 50.00 mL 于三角瓶中, 准确加入 $c(\text{AgNO}_3) = 0.1025 \text{ mol/L}$ 的标准溶液 10.00 mL, 用 $c(\text{NH}_4\text{CNS}) = 0.1020 \text{ mol/L}$ 的标准溶液滴定过量的 AgNO_3 , 消耗 8.50 mL, 计算苛性钾中 KCl 的百分含量?
14. 吸取含有 Cu^{2+} 和 Ag^+ 的样品 25.00 mL, 调 $\text{pH} = 10$, 以紫胺酸铵为指示剂, 用 $c(\text{EDTA}) = 0.0212 \text{ mol/L}$ 的标准溶液滴定至由红变黄, 消耗 8.30 mL; 加入过量的 $\text{K}_2\text{Ni}(\text{CN})_4$ 溶液变红, 再用上述 EDTA 标准溶液滴定至黄色, 又消耗 21.50 mL, 计算溶液中 Cu^{2+} 和 Ag^+ 的浓度各是多少克/升?
15. 将含有纯 NaCl 和 HCl 的样品 0.1200 g 溶解后, 用 $c(\text{AgNO}_3) = 0.1000 \text{ mol/L}$ 的标准溶液滴定, 消耗 20.00 mL, 求样品中 NaCl 和 HCl 的百分含量?
16. 称取含磷样品 0.1000 g 溶解后把磷沉淀为 MgNH_4PO_4 , 此沉淀过滤洗涤再溶解, 最后用 $c(\text{EDTA}) = 0.0100 \text{ mol/L}$ 的标准溶液滴定, 消耗 20.00 mL, 求样品中 P_2O_5 的



百分含量是多少?

17. 0.01 mol/L 的 AgNO_3 溶液和 0.40 mol/L 的氨水等体积混合后, 求混合溶液中 Ag^+ 的浓度? ($[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的稳定常数 $K = 1.7 \times 10^7$)

18. 将 0.1936 g 的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶于水, 酸化后加入过量的 KI, 析出的 I_2 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定, 消耗 33.61 mL, 求 $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = ?$

19. 测定无机盐中的 SO_4^{2-} , 称取样品 3.00 g, 定容至 250 mL。取出 25.00 mL, 加 $c(\text{BaCl}_2) = 0.0500 \text{ mol/L}$ 的 BaCl_2 溶液 25.00 mL, 加热沉淀后用 $c(\text{EDTA}) = 0.0200 \text{ mol/L}$ 的标准溶液滴定剩余的 Ba^{2+} , 消耗 17.15 mL, 求 SO_4^{2-} 的百分含量?

20. 称取于 800 °C 灼烧至恒重的 ZnO 1.2005 g, 溶解定容至 250 mL, 用移液管取出 30 mL, 加指示剂后用 EDTA 滴定, 消耗 25.50 mL, 求 $c(\text{EDTA}) = ?$

21. 用沉淀称量法测定矿石中的铁含量, 称量式为 Fe_2O_3 , 要求结果以 Fe_3O_4 表示, 问换算因数是多少?

22. 用沉淀称量法测定食盐中的硫酸根, 称样 25.0215 g 溶解定容至 500 mL, 取出 100 mL 用 BaCl_2 沉淀, 灼烧至恒重得到 BaSO_4 沉淀 6.6562 g, 计算食盐中硫酸根的百分含量?

23. 某有色溶液用 2 cm 比色皿时, 测得透光度为 30%, 试求用 1 cm 比色皿时吸光度是多少?

24. 8-羟基喹啉铝配合物溶液浓度为 $2.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$, 在 1 cm 比色皿中测得吸光度为 0.34, 求此配合物的摩尔吸光系数是多少?

25. 某有色溶液在 1 cm 比色皿中测得透光度为 80%, 求浓度增加一倍时吸光度是多少?

26. 当入射光强度 $I_0 = 3000$, 透射光强度 $I_1 = 50$, 溶液浓度为 $4.00 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, 液层厚度为 20 mm 时, 求此溶液的摩尔吸光系数 $\epsilon = ?$

27. 某有色溶液浓度为 $4.00 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$, 其摩尔吸光系数为 $2.1 \times 10^4 \text{ mol/L} \cdot \text{cm}$, 当比色皿厚度为 5 cm 时, 求它的百分透光度 T ?

28. 取含 Cr^{3+} 为 1 mg/L 的标准溶液 2.0 mL, 将 Cr^{3+} 全部转化为 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 并定容至 100 mL, 用 0.5 cm 比色皿测得吸光度 $A = 0.24$, 求 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的摩尔吸光系数 ϵ ?

29. 现有一 EDTA 溶液, 对 MgCO_3 的滴定度是 1.24 mg/mL, 求 $c(\text{EDTA}) = ?$ 对 CaCO_3 的滴定度是多少?

30. 甲、乙两个组分的相对保留值 $r_{2,1} = 1.23$, 要在一根色谱柱上完全分离, 即分离度 $R = 1.5$ 时, 所需有效塔板数是多少? 假定有效塔板高度为 $H = 0.1 \text{ cm}$, 色谱柱长应是多少米?

31. 根据下面的色谱数据计算组分 A、B 的分离度 R ?



空气的 $t_r = 1.05$ 组分 A: $t_r = 4.05$ 半峰宽 $W_{1/2} = 0.26$

组分 B: $t_r = 5.10$ 半峰宽 $W_{1/2} = 0.30$

32. 计算上题中色谱柱对 A 组分的塔板数 n ?

33. 下表是测定热导检测器上校正因子的数据, 试计算以甲醇为基准物时各组分的相对校正因子。

	甲醇	乙醇	丙醇	丁醇
质量, %	12.55	46.79	21.88	18.81
面积, %	13.22	45.90	20.90	19.98

34. 一根长 3 cm、内径 4 mm 的填充柱, 空气峰的保留时间 $t_M = 28$ s, 求该柱载气的体积流速是多少?

35. 用内标法测定甲醇的含量, 称取 1.5200 g 样品, 加入内标物乙醇 0.2100 g, 混匀后进样, 得到甲醇峰面积为 320, 乙醇峰面积为 400, 求样品中甲醇的百分含量? (已知甲醇 $f_w = 0.75$, 乙醇 $f_w = 0.82$)

36. 某气体样品含有甲烷、乙烷、一氧化碳和二氧化碳, 在热导色谱上得到各组分的面积和校正因子如下表, 计算各组分的体积百分含量?

	CH ₄	C ₂ H ₆	CO	CO ₂
面 积	1336	527	125	33
校正因子 f_M	0.58	0.75	0.86	1.18

37. 色谱法测定水中的微量己烷, 称取水样 3.5000 g, 加入内标物庚烷 0.0100 g, 混匀后用 5 mL 壬烷萃取, 进 0.1 μ L 萃取液, 得到己烷峰面积 135 mm², 庚烷峰面积 200 mm², 求水样中的己烷含量? (己烷 $f_w = 0.89$, 庚烷 $f_w = 0.91$)

38. 色谱法测定庚烷中的微量水, 进 1 μ L 样品得到水的峰高 125 mm, 同样条件下进 1 μ L 饱和水的庚烷标样, 水的峰高为 210 mm, 已知标样的含水量为 120×10^{-6} , 试计算样品的含水量?

39. 在色谱图上测得组分 1 和组分 2 的峰顶点距离为 1.08 cm, 峰底宽 $W_1 = 0.65$ cm, $W_2 = 0.76$ cm, 求分离度 $R = ?$ 这两个组分是否能完全分开?

40. 为测定物质 A 的校正因子, 将 4.500 g 物质 A (纯度为 98.5%) 和 1.500 g 的参比物质苯 (纯度也是 98.5%) 混合均匀后进样, 根据谱图测得两峰面积分别为 284.0 cm² 和 71.00 cm², 求物质 A 的相对质量校正因子 $f_w = ?$



化学检验工中级理论考试复习题二参考答案

一、填空题

1. 硬质 软质 硬质 软质
2. 容量瓶 移液管 滴定管
3. 0.0001
4. 三级 0.1
5. 优级 分析 化学
6. 单位容积
7. 细口瓶 量筒
8. 误差 偏差
9. 准确度 精密度
10. 系统误差 过失误差
11. 54.41% 0.04%
12. 代表 均匀
13. 酸碱滴定 氧化还原滴定 配位滴定 沉淀滴定
14. 14
15. 能与酸碱起反应
16. 草酸 苯二甲酸氢钾
17. +3 三氧化二铁
18. 淀粉 $K_2Cr_2O_7$
19. 慢速 快速
20. EDTA 乙二胺四乙酸二钠盐
21. 0.02
22. 11.0
23. 0.1000
24. K_2CrO_4 Cl^- Br^-
25. I_2 还原性
26. 还原 氧化性 $Na_2S_2O_3$
27. MnO_4^-
28. $(K_p)^{\frac{1}{2}}$
29. $Zn(NH_3)_4^{2+}$ $Al(OH)_3$ 沉淀
30. 沉淀 难溶化合物
31. 共沉淀 后沉淀
32. 增大 减小
33. 最大吸收光波长
34. 一定比例 互补光
35. 越大 越高
36. 玻璃 石英
37. 1 mol/L 1 cm
38. 投射光 放射光
39. 最大吸收波长 越大
40. 光源 吸收池
41. H^+ 离子活度
42. pH 玻璃电极
43. 电学 电化学
44. 热敏
45. 氢气 氮气 氦气
46. 保留时间
47. 热导 气焰 TCD FID
48. 浓度
49. 扩散式 半扩散式
50. 非硅藻土 红色载体 白色载体

二、选择题

1. B 2. D 3. C 4. A 5. A 6. C 7. A 8. C 9. B 10. C



11. B 12. A 13. C 14. C 15. C 16. A 17. C 18. C 19. B 20. B
 21. A 22. B 23. A 24. CD 25. D 26. A 27. B 28. B 29. A 30. A
 31. C 32. B 33. D 34. C 35. B 36. A 37. B 38. D 39. A 40. C
 41. A 42. CABD 43. D 44. B 45. B 46. D 47. D 48. A 49. A 50. B

三、判断题

1. × 2. √ 3. √ 4. × 5. √ 6. × 7. √ 8. √ 9. × 10. √
 11. × 12. × 13. √ 14. × 15. √ 16. × 17. √ 18. √ 19. √ 20. √
 21. × 22. × 23. √ 24. √ 25. √ 26. √ 27. √ 28. × 29. × 30. ×
 31. √ 32. × 33. × 34. × 35. × 36. √ 37. × 38. √ 39. √ 40. ×
 41. √ 42. √ 43. √ 44. √ 45. √ 46. × 47. √ 48. × 49. × 50. ×

四、问答题

1. 为保障人体健康、人身、财产安全的标准和法律，行政法规规定要强制执行的标准，都属于强制标准范围。

2. 玻璃仪器常用的洗涤剂有肥皂、去污粉、洗衣粉等，酸性或碱性洗涤液，有机溶剂。

3. 酸式滴定管，碱式滴定管，自动滴定管。

4. 灵敏度——天平的负载改变 1 mg 时指针偏转的格数。

分度值——天平的指针偏转一格所需改变负载的 mg 数。

5. 指定称量法，直接称量法，减量称量法。

6. 空气中氧气、二氧化碳的影响，光线的影响，温度的影响，湿度的影响。

7. 直接配置法，标定法。

8. 相对密度——在 20 ℃ 时，一定体积的液体或固体物质与等体积的纯水 4 ℃ 时的质量之比。

9. 在化学反应中，参加反应的当量单元的物质的量相等。 $n_1 = n_2$ 。

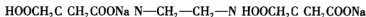
10. 随机误差服从正态分布的统计规律，大小相等、方向相反的误差出现的几率相等，测定次数多时正负误差可以抵消，其平均值越接近真值。

11. 必须按一定的反应方程式定量完成，无副反应；反应速度要快；有适当的方法确定终点。

12. 高锰酸钾的氧化能力很强，能把氯离子氧化，测定结果偏高。

13. 在中性或弱酸性溶液中进行。酸性强的 I^- （碘离子）溶液被空气氧化，碱性强时 I_2 （碘）能发生歧化反应。

14. EDTA——乙二胺四酸二钠盐，



它的分子中含有两个氮 N 和两个羧基上 O，共有六个配位原子，形成的配合物特别稳定。

15. 在 $\text{pH} = 10$ 的缓冲溶液中，以铬黑 T 为指示剂，用 EDTA 滴定 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 总量。

在 $\text{pH} = 12$ 时， Mg^{2+} （镁离子）沉淀为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，再用 EDTA 滴定 Ca^{2+} （钙离子）。

16. 淀粉是吸附指示剂，过早加入会包围 I_2 （碘），引起误差。

17. 直接滴定、返滴定、间接滴定、置换滴定、连续滴定，水的硬度测定是直接滴定。

18. 摩尔法只适用于氯化物和溴化物；佛尔哈德法可以测定 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 CNS^- 和 Ag^+ 离子，以及 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 、 PO_4^{3-} 、 CrO_4^{2-} 、 S^{2-} 等。

19. 滴定终点为酸性， $\text{pH} = 3.89$ ，酚酞变色在碱性，不能用。

20. 酸和碱的浓度减少 10 倍，滴定突跃也减少 2 个 pH 单位，即 $5.3 \sim 8.7$ ，不能用甲基橙，只能用甲基红作指示剂。

21. 稳定常数 $K_{\text{稳}}$ 表示配合物的稳定程度，不包括酸度等条件的影响。 $K'_{\text{稳}}$ 表示在一定酸度下的实际稳定程度，酸度越低配合物越稳定。 $\lg K'_{\text{稳}} = \lg K_{\text{稳}} - \lg \alpha$

22. 反应物浓度，反应温度，催化剂。

23. 高锰酸钾氧化能力极强，氯离子能被氧化，引起误差。

24. 影响溶解度的因素主要是：同离子效应，盐效应，酸效应，配位效应。另外，如温度、溶剂的极性、沉淀的颗粒和结构等也影响沉淀溶解度。

25. 加入过量的 I^- ，增加 I_2 的溶解度；使用有磨口的碘量瓶，并加水封；在较低温度下滴定，不要激烈摇动。

26. 摩尔吸光系数——有色溶液浓度 1 mol 、透光液层厚度为 1 cm 时的透光度。

27. 酸性溶剂，碱性溶剂，两性溶剂，惰性溶剂。

28. 控制显色条件，加入掩蔽剂，利用氧化还原反应改变干扰离子价态，选择适当的测量条件，利用校正系数，采用预先分离等。

29. 根据能斯特方程，玻璃电极的电位与溶液的 pH 呈线性关系。

30. 用普通玻璃电极测定 $\text{pH} > 10$ 的溶液时，电极电位与溶液的 pH 之间将偏离线性关系，测的值偏低，这就是钠差或碱差。

31. 离子选择电极可分为原电极和敏化电极两大类。原电极包括晶体膜电极和非晶体膜电极；敏化电极包括敏电极和酶电极。

32. 电位滴定更适合用于有色溶液、混浊溶液和没有优良指示剂的溶液。

33. 理论依据是法拉第电解定律。在电解过程中，发生电极反应的物质质量与通过



电解池的电量成正比，因此通过测量流过电解池的电量可以测定发生电极反应的物质质量。

34. 库仑分析的灵敏度和准确度都很高，取消了标准溶液，特别适用于微量分析，溶液实现分析自动化。

35. 比表面积大，机械强度高，极性可调；峰形对称不拖尾，适用于强极性化合物；耐高温，不易流失；可作固定相，也可作载体用。

36. 外标法操作简单，适用于大量的常规分析；组分自行标定，不用加校正因子，计算方便。

37. 样品中的所有组分必须出峰，各组分分离较好，要已知校正因子。

38. 相对保留值——在相同操作条件下，被测组分与参比组分的调整保留值之比。

39. 检测器的温度不能低于柱温，防止样品冷凝；氢焰检测器不能低于 100 °C，防止水蒸气冷导热检测器温度太高时灵敏度降低。

40. 内标物必须是样品中不存在的组分，与样品互溶又不起化学反应，其峰的位置靠近被测组分又不能完全分开，已知校正因子，纯度要高。

41. 进样量过大会使峰行变坏，柱效降低；进样量太小时，微量组分检测不出来。

42. 固体固定相是由固体吸附剂组成的固定相。活性炭类，活性氧化铝，硅胶，分子筛，高分子微球等。

43. 吸附色谱，分配色谱，离子交换色谱，凝胶渗透色谱。

44. 等度洗脱——用单一的或组成不变的流动连续洗脱的过程；梯度洗脱——用组成连续变化的流动相进行洗脱的过程。

45. 输液部分，进样部分，分离系统，检测器，信号记录部分。

五、计算题

1. 125 mL 浓硫酸加到 375 mL 水中

2. 40 g KI 加到 160 g 水中

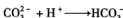
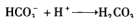
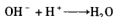
3. 154 g 浓硝酸加到 346 g 水中

4. 解： $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$
 $= 0.10 \times 0.2 \times 248 = 2.48 \text{ (g)}$

5. 解： $c(\text{H}^+) = 2 \times c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.2 \text{ mol/L}$, $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = 0.7$

6. 解：酚酞变色发生的反应： $V_1 = 15.10 \text{ (mL)}$ ；

甲基橙变色发生的反应： $V_2 = 25.25 - 15.10 = 10.15 \text{ (mL)}$



$V_1 > V_2$, 则说明含有 $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$

$V_1 = V_2$, 则说明只含有 Na_2CO_3

$V_1 < V_2$, 则说明只含有 NaHCO_3

$V_2 = 0$, 则说明只含有 NaOH

7. 解: $c(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1005 \text{ mol/L}$

$n(\text{NH}_3) = [0.1005 \times 50 \times 10^{-3} - (0.101 \times 21.55 \times 10^{-3})] = 2.848 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$

$W(\text{NH}_3)\% = 2.848 \times 10^{-3} \times 17 / 0.1966 \times 100\% = 24.71\%$

8. 解: $n(\text{NaCl}) = 0.100 \times 21.55 \times 10^{-3} = 2.155 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$

$W(\text{NaCl})\% = 2.155 \times 10^{-3} \times 58.5 \times 10 / 4.85 \times 100\% = 1.46\%$

9. 解: $+0.2\%$, -0.02%

10. 解: $c = (20.0 / 40) / (200 \times 10^{-3}) = 2.50 \text{ (mol/L)}$

$\text{pH} = 14 + \lg(2.50) = 14.4$

11. 解:

$\text{Na}_2\text{S} + \text{I}_2 = \text{S} + 2\text{NaI}$

1 1

X Y

$\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

1 2

$2 \times 0.1000 \times 30 \times 10^{-3} - Y \quad 0.1000 \times 20.3 \times 10^{-3}$

$W(\text{Na}_2\text{S})\% = X \times 59 / 0.1515 \times 100\% = 24.98\%$

12. 解:

$n(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{EDTE}) \cdot V = 0.010 \times 3.00 \times 10^{-3} = 3.00 \times 10^{-5}$

$m(\text{CaO}) = 3.00 \times 10^{-5} \times 56 = 16.8 \times 10^{-6}$

13. 解: $n(\text{KCl}) = 0.1025 \times 10.00 \times 10^{-3} - 0.1020 \times 8.50 \times 10^{-3}$

$= 0.158 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$

$W(\text{KCl})\% = (0.158 \times 10^{-3} \times 74.5 \times 50) / (1000 \times 40.01) \times 100\% = 0.49\%$

14. $c(\text{Cu}) = 0.447 \text{ g/L}$, $c(\text{Ag}) = 3.93 \text{ g/L}$

15. $W(\text{NaCl})\% = 88.3\%$, $W(\text{KCl})\% = 11.7\%$

16. 14.2%

17. $1.5 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

18. 0.1175 mol/L

19. 29.04%

20. $c(\text{EDTA}) = 0.06942 \text{ mol/L}$



21. $K = 0.9666$

22. 0.41%

23. 解:

$$A = \lg \frac{1}{T} = \varepsilon bc = \lg \frac{1}{30\%} = \varepsilon \times 2 \times c \Rightarrow \varepsilon c = 0.26$$

$$A_2 = \varepsilon \times 1 \times c = 0.26$$

24. 解:

$$A = \lg \frac{1}{T} = \varepsilon bc = \varepsilon \times 1 \times 2.0 \times 10^{-3} = 0.34$$

$$\Rightarrow \varepsilon = 1.7 \times 10^5 \text{ L/mol} \cdot \text{cm}$$

25. 解:

$$A = \lg \frac{1}{T} = \varepsilon bc \Rightarrow \lg \frac{1}{80\%} = \varepsilon \times 1 \times c_1 \Rightarrow \varepsilon c_1 = 0.0969$$

$$A_2 = \varepsilon \times 1 \times c_2$$

$$c_2 = 2c_1 \Rightarrow A_2 = 2\varepsilon c_1 = 0.194$$

26. 解: $\lg \frac{\phi_0}{\phi_u} = \varepsilon bc \quad \lg \frac{3000}{50} = \varepsilon bc = \varepsilon \times 4.00 \times 10^{-4} \times 20 \times 10^{-3}$

所以: $\varepsilon = 2.2 \times 10^3 \text{ L/mol} \cdot \text{cm}$

27. 解: $A = \lg \frac{1}{T} = \varepsilon bc = 2.1 \times 10^4 \times 5 \times 4.00 \times 10^{-6} = 0.42$

所以: $T = 38\%$

28. $2.5 \times 10^3 \text{ L/mol} \cdot \text{cm}$

29. 解: $c(\text{EDTA}) = 0.01471 \text{ mol/L}, 1.472 \text{ mg/mL}$

30. 解:

$$n_{\text{有效}} = \frac{L_{\text{有效}}}{H_{\text{有效}}} = 16R^2 \left(\frac{\alpha}{\alpha - 1} \right)^2 = 16 \times 1.5^2 \times \left(\frac{1.23}{1.23 - 1} \right)^2 = 1022,$$

$$L_{\text{有效}} = n_{\text{有效}} \times H = 1.0 \text{ m}$$

31. 解: $R = \frac{(t_{RB} - t_{RA}) \times 2}{(W_{1/2A} + W_{1/2B}) \times 1.699} = \frac{(5.10 - 4.50) \times 2}{(0.26 + 0.30) \times 1.699} = 1.88$

32. 解: $n = 5.54 \left(\frac{t_R}{W_{1/2}} \right)^2 = 5.54 \times \left(\frac{4.05}{0.26} \right)^2 = 1344$

33. 解: $f_{\text{甲}} = \frac{f_{\text{甲}}}{f_{\text{甲}}} = 1.00 \quad f_{\text{乙}} = \frac{f_{\text{乙}}}{f_{\text{甲}}} = \frac{(46.79/45.90)}{(12.55/13.22)} = 1.07$

$$f_{\text{丙}} = \frac{f_{\text{丙}}}{f_{\text{甲}}} = \frac{(21.88/20.90)}{(12.55/13.22)} = 1.10 \quad f_{\text{丁}} = \frac{f_{\text{丁}}}{f_{\text{甲}}} = \frac{(18.81/19.98)}{(12.55/13.22)} = 0.99$$



34. 81 mL/min

$$35. \text{解: } W_i\% = f'_i \frac{m_i A_i}{m_i A_i} \times 100\% = \frac{f_i m_i A_i}{f_i m_i A_i} \times 100\% \\ = \frac{0.2100 \times 320 \times 0.75}{1.5200 \times 400 \times 0.82} \times 100\% = 10.11\%$$

$$36. \text{解: } V_{\text{CH}_4}\% = \frac{A_{\text{CH}_4} f_{\text{CH}_4}}{A'_{\text{CH}_4} f'_{\text{CH}_4} + A'_{\text{C}_2\text{H}_6} f'_{\text{C}_2\text{H}_6} + A'_{\text{CO}} f'_{\text{CO}} + A'_{\text{CO}_2} f'_{\text{CO}_2}} \times 100\% = 58.86\%$$

同理: $V_{\text{C}_2\text{H}_6} = 30.02\%$, $V_{\text{CO}}\% = 8.17\%$, $V_{\text{CO}_2}\% = 2.96\%$

$$37. \text{解: } W_i\% = f'_i \frac{m_i A_i}{m_i A_i} \times 100\% = \frac{f_i m_i A_i}{f_i m_i A_i} \times 100\% \\ = \frac{0.01 \times 0.89 \times 135}{3.5 \times 0.91 \times 200} \times 100\% = 0.189\%$$

38. 解: 71.4×10^{-6}

39. 解:

$$R = \frac{(t_{R_2} - t_{R_1})}{(W_1 + W_2) / 2} = \frac{1.08}{(0.65 + 0.76) / 2} = 1.53$$

40. 解:

$$f''_{\text{F}} = (f_A / f_S) = \frac{m_A / A_A}{m_S / A_S} = \frac{(4.5 \times 98.5\%) / 284.0}{(1.5 \times 98.5\%) / 71} = 0.75$$



化学检验工中级理论考试复习题三

一、选择题

- 含有 0.02 mol/L 氯离子的 MgCl_2 溶液中, 其 MgCl_2 浓度为 ()。
 - 0.002 mol/L
 - 0.04 mol/L
 - 0.01 mol/L
 - 0.005 mol/L
- 对于体系 $2\text{HI}(\text{气}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{气}) + \text{I}_2(\text{气}) - Q$, 增大压强, 将加快反应速度, 此时 ()。
 - 正反应速度大于逆反应速度
 - 逆反应速度大于正反应速度
 - 正逆反应速度以同等速度加快
 - 仅正反应速度加快
- 反应 $\text{A}(\text{气}) + 2\text{B}(\text{气}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{气}) + 2\text{D}(\text{固}) + Q$, 达到平衡后, 如果使 $V_{\text{正}}$ 加快, 平衡向右移动, 可采取的措施是 ()。
 - 使用催化剂
 - 升高温度
 - 增大 A 的浓度
 - 缩小容器的体积
- $\text{NH}_4\text{HS}(\text{固}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{气}) + \text{H}_2\text{S}(\text{气})$, 反应在某一温度时达到平衡, 在其他条件不变的情况下改变下列条件, 不能使平衡发生移动的是 ()。
 - 加入 NH_4HS 固体
 - 加入 HCl 气体
 - 扩大容器
 - 升高温度
- AgCl 的 $K_{\text{sp}} = 1.8 \times 10^{-10}$, 则同温下 AgCl 的溶解度为 ()。
 - $1.8 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$
 - $1.34 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$
 - $0.1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$
 - $1.9 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- 在饱和 AgCl 溶液中加入 NaCl , AgCl 的溶解度降低, 这是因为 ()。
 - 异离子效应
 - 同离子效应
 - 酸效应
 - 本位效应
- 在含有 PbCl_2 的白色沉淀的饱和溶液中加入 KI 溶液, 有 () 沉淀产生。
 - PbCl_2
 - 金属 Pb 沉淀
 - 无沉淀
 - PbI_2
- 在含有 AgCl 沉淀的溶液中, 加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 则 AgCl 沉淀 ()。
 - 增多
 - 转化
 - 溶解
 - 不变
- 在 $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ 中, $E^\circ_{(\text{I}_2/2\text{I}^-)} = 0.54 \text{ V}$ 、 $E^\circ_{(\text{Cu}^{2+}/\text{CuI})} = 0.86 \text{ V}$ 、 $E^\circ_{(\text{Cu}^{2+}/\text{CuI})} > E^\circ_{(\text{I}_2/2\text{I}^-)}$, 则反应方向应向 ()。
 - 右
 - 左



C. 不反应

D. 反应达到平衡时不移动

10. 已知在 1 mol/L H_2SO_4 溶液中 $E^\ominus_{(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})} = 1.45 \text{ V}$ 、 $E^\ominus_{(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})} = 0.68 \text{ V}$, 在此条件下, 用 KMnO_4 标准溶液滴定 Fe^{2+} , 其化学计量点的电位值为()。

A. 1.49 V

B. 1.32 V

C. 0.89 V

D. 0.38 V

11. 已知 $E^\ominus_{(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-)} = 1.36 \text{ V}$, Cl_2 为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1 大气压), $[\text{Cl}^-] = 0.01 \text{ mol/L}$ 时电极电位是()。

A. 1.27 V

B. 0.89 V

C. 1.48 V

D. 0.76 V

12. 下列微粒中, 最外层电子具有 ns^2np^6 的结构特征, 与 Br^- 离子相差两个电子层的是()。

A. Na

B. Cs^+ C. S^{2+} D. F^-

13. 能发生复分解反应的两种物质是()。

A. NaCl 与 AgNO_3 B. FeSO_4 与 Cu C. NaCl 与 KNO_3 D. NaCl 与 HCl

14. 物质的相同的下列溶液, HCl 、 H_2SO_4 、 CH_3COOH , 导电能力由强到弱的次序是()。

A. $\text{HCl} = \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{CH}_3\text{COOH}$ B. $\text{HCl} > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{CH}_3\text{COOH}$ C. $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HCl} > \text{CH}_3\text{COOH}$ D. $\text{HCl} = \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CH}_3\text{COOH}$

15. 0.01 mol/L NaOH 溶液中 $[\text{H}^+]$ 对 0.001 mol/L NaOH 溶液中 $[\text{H}^+]$ 的倍数是()。

A. 10^6 B. 10^{-11} C. 10^{-1} D. 10^{10}

16. 用 $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 晶体, 2.0 M HAc 来配制 pH 为 5.0 的 $\text{HAc} - \text{NaAc}$ 缓冲溶液 1 L, 其正确的配制是()。[$M(\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 136.1 \text{ g/mol}$, $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$]

A. 将 49 g $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 放入少量水中溶解, 再加入 50 mL 2.0 mol/L HAc 溶液, 用水稀释至 1 L

B. 将 98 g $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 放入少量水中溶解, 再加入 50 mL 2.0 mol/L HAc 溶液, 用水稀释至 1 L

C. 将 25 g $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 放入少量水中溶解, 再加入 100 mL 2.0 mol/L HAc 溶液, 用水稀释至 1 L

D. 将 49 g $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 放入少量水中溶解, 再加入 100 mL 2.0 mol/L HAc 溶液, 用水稀释至 1 L

17. 对于盐类电离和水解两个过程的热效应, 正确的说法是()。

A. 皆放热

B. 皆吸热

C. 水解吸热, 电离放热

D. 水解放热, 电离吸热



18. 200 mL 0.2 mol/L NaOH 的溶液和 100 mL 0.5 mol/L 的 NaOH 溶液混合, 所得 NaOH 溶液的物质的量是 ()。

- A. 0.35 mol/L B. 0.3 mol/L C. 0.15 mol/L D. 0.2 mol/L

19. 用直接法配制 0.1 mol/L NaCl 标准溶液正确的是 ()。(NaCl 的摩尔质量是 58.44 g/mol)

- A. 称取 5.844 g 基准 NaCl 溶于水, 移入 1 L 容量瓶中稀释至刻度摇匀
B. 称取 5.9 g 基准 NaCl 溶于水, 移入 1 L 容量瓶中稀释至刻度摇匀
C. 称取 5.8440 g 基准 NaCl 溶于水, 移入 1 L 烧杯中, 稀释搅拌
D. 称取 5.9 g 基准 NaCl 溶于水, 移入 1 L 烧杯中, 稀释搅拌

20. 由 NH_4Cl (固) 分解为 NH_3 (气) 和 HCl (气) 的反应中, 物系的独立组分数是 ()。

- A. 4 B. 2 C. 3 D. 1

21. $d\%$ 表示的是 ()。

- A. 相对偏差 B. 相对平均偏差
C. 相对平均误差 D. 绝对平均偏差

22. 0.0212 + 23.44 + 2.50471 相加, 运算对的是 ()。

$$\begin{array}{r} 0.0212 \\ 23.44 \\ + 2.50471 \\ \hline 25.96591 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.0212 \\ 23.44 \\ + 2.505 \\ \hline 25.9662 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.021 \\ 23.44 \\ + 2.50 \\ \hline 25.961 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.02 \\ 23.44 \\ + 2.50 \\ \hline 25.96 \end{array}$$

23. 当煤中水分含量在 5%~10% 之间时, 规定平行测定结果的允许绝对偏差不大于 0.3%, 对某一试样进行 3 次平行测定, 其结果分别为 7.17%、7.31%、7.72%, 应弃去的是 ()。

- A. 7.72% B. 7.17% C. 7.72% D. 7.31%

24. 有腐蚀性的液态物料, 应使用 () 等采样工具采样。

- A. 塑料瓶或虹吸管 B. 塑料瓶或采样管
C. 玻璃瓶或陶瓷器皿 D. 玻璃管或长橡胶管

25. 保存水样, 选择 () 盛装为宜。

- A. 采样瓶 B. 广口瓶 C. 玻璃瓶 D. 塑料瓶



26. 安瓿球吸取试样后,用()毛细管尾部。
- A. 润滑脂密封 B. 高温火焰烧结
C. 小火焰烧结 D. 胶帽套住
27. 自输送状态的固体物料流中采样,应首先确定一个分析化验单位要采取的()。
- A. 部样重量和子样质量 B. 部样质量和子样数目
C. 部样数目和子样质量 D. 部样质量和子样重量
28. 萃取分离方法基于各种不同物质在不同溶液中()不同这一基本原理。
- A. 分配系数 B. 分离系数 C. 萃取百分率 D. 溶解度
29. 某萃取体系的萃取百分率为98%, $V_{\text{萃}} = V_{\text{水}}$, 则分配系数为()。
- A. 98 B. 94 C. 49 D. 24.5
30. 沉淀的()是使沉淀和母液分离的过程。
- A. 过滤 B. 洗涤 C. 干燥 D. 分解
31. 漏斗位置的高低,以过滤过程中漏斗颈的出口()为度。
- A. 低于烧杯边缘5 mm B. 触及烧杯底部
C. 不接触滤液 D. 位于烧杯中心
32. 比移值与滤纸和展开剂间的分配系数有关,在一定条件下,一定的滤纸和展开剂,对于固定的组分其值()。
- A. 变小 B. 变大 C. 不变 D. 增大
33. 阳离子交换树脂含有可被交换的()活性基团。
- A. 酸性 B. 碱性 C. 中性 D. 两性
34. 当含 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 的溶液进行离子交换时,各离子在交换柱中从上到下的位置为()。
- A. Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ B. Na^+ 、 K^+ 、 Li^+
C. K^+ 、 Li^+ 、 Na^+ D. K^+ 、 Na^+ 、 Li^+
35. 在分析化学实验室常用的去离子水中,加入1~2滴甲基橙指示剂,则应呈现()。
- A. 紫色 B. 红色 C. 黄色 D. 无色
36. 分析用水的质量要求中,不用进行检验的指标是()。
- A. 阳离子 B. 密度 C. 电导率 D. pH值
37. 各种试剂按纯度从高到低的代号顺序是()。
- A. GR > AR > CP B. GR > CP > AR
C. AR > CP > GR D. CP > AR > GR
38. 实验室常用的铬酸洗液组成是()。



- A. $K_2Cr_2O_7 + \text{浓 } H_2SO_4$ B. $K_2Cr_2O_7 + \text{浓 } HCl$
 C. $K_2CrO_4 + \text{浓 } H_2SO_4$ D. $K_2CrO_4 + \text{浓 } HCl$
39. 下列物质中, 不能用作干燥剂的是 ()。
- A. 无水 $CaCl_2$ B. P_2O_5
 C. 金属钠 D. 水银
40. 下列物质组成具有缓冲能力的是 ()。
- A. $HCl + NaOH$ B. $HCl + NaAc$
 C. $HAc + NH_4Ac$ D. $HAc + Na_4Ac$
41. 下列物质中可用于直接配制标准溶液的是 ()。
- A. 固体 $NaOH$ (GR) B. 固体 $K_2Cr_2O_7$ (GR)
 C. 固体 $Na_2S_2O_3$ (GR) D. 浓 HCl (AR)
42. 以下基准试剂使用前干燥条件不正确的是 ()。
- A. 无水 Na_2CO_3 270 ~ 300 $^{\circ}C$ B. ZnO 800 $^{\circ}C$
 C. $CaCO_3$ 800 $^{\circ}C$ D. 邻苯二甲酸氢钾 105 ~ 110 $^{\circ}C$
43. 使分析天平较快停止摆动的部件是 ()。
- A. 吊耳 B. 指针
 C. 阻尼器 D. 平衡螺丝
44. 根据电磁力补偿工作原理制造的天平是 ()。
- A. 阻尼天平 B. 全自动机械加码电光天平
 C. 电子天平 D. 工业天平
45. 烘干基准物, 可选用 () 盛装。
- A. 小烧杯 B. 研钵
 C. 矮型称量瓶 D. 锥形瓶
46. 下列有关容量瓶的使用, 正确的是 ()。
- A. 通常可以用容量瓶代替试剂瓶使用
 B. 将固体药品转入容量瓶后加水溶解配制标准溶液
 C. 用后洗净用烘箱烘干
 D. 定容时, 无色溶液弯月面下缘和标线相切即可
47. 下面不宜加热的仪器是 ()。
- A. 试管 B. 坩埚 C. 蒸发皿 D. 移液管
48. 下面移液管的使用正确的是 ()。
- A. 一般不必吹出残留液 B. 用蒸馏水淋洗后即可移液
 C. 用后洗净, 加热烘干后即可再用 D. 移液管只能粗略地量取一定量液体体积
49. 下列不宜用碱式滴定管盛装的溶液是 ()。



- A. NH_4SCN B. KOH C. KMnO_4 D. NaCl

50. 下列有关蒸馏的操作中, 不正确的是 ()。

- A. 加热前应加入数粒止暴剂 B. 应在加热前向冷凝管内通入冷水
C. 应用大火快速加热 D. 蒸馏完毕应先停止加热, 后停止通水

51. 用 0.1 mol/L HCl 滴定 0.1 mol/L NaOH 时的 pH 突跃范围是 $4.3 \sim 9.7$, 用 0.01 mol/L HCl 滴定 0.01 mol/L NaOH 的突跃范围是 ()。

- A. $4.3 \sim 9.7$ B. $4.3 \sim 8.7$ C. $5.3 \sim 8.7$ D. $3.3 \sim 10.7$

52. 用 0.1 mol/L HCl 滴定 NaHCO_3 至有 CO_2 生成时, 可选用的指示剂是 ()。

- A. 甲基红 B. 甲基橙 C. 酚酞 D. 中性红

53. 配制好的 HCl 需储存于 () 中。

- A. 棕色橡皮塞试剂瓶 B. 白色橡皮塞试剂瓶
C. 白色磨口塞试剂瓶 D. 塑料瓶

54. 标定 NaOH 溶液常用的基准物是 ()。

- A. 无水 Na_2CO_3 B. 邻苯二甲酸氢钾
C. CaCO_3 D. 硼砂

55. 可用于测定水硬度的方法有 ()。

- A. EDTA 法 B. 碘量法 C. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ D. 重量法

56. 分析室常用的 EDTA 是 ()。

- A. 乙二胺四乙酸 B. 乙二胺四乙酸二钠盐
C. 乙二胺四丙酸 D. 乙二胺

57. 7.4 g $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($M = 372.24 \text{ g/mol}$) 配成 1 L 溶液, 其浓度 (单位为 mol/L) 约为 ()。

- A. 0.02 B. 0.01 C. 0.1 D. 0.2

58. 反应式 $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 中, 氧化剂是 ()。

- A. H_2O_2 B. H_2SO_4 C. KMnO_4 D. MnSO_4

59. KMnO_4 溶液不稳定存在的原因是 ()。

- A. 诱导作用 B. H_2CO_3 的作用
C. 空气的氧化作用 D. 还原性杂质的作用

60. 以 0.01 mol/L , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液滴定 25.00 mL Fe^{2+} 溶液耗去 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 25.00 mL , 每毫升 Fe^{2+} 溶液含 Fe ($M(\text{Fe}) = 55.85 \text{ g/mol}$) 的毫克数为 ()。

- A. 3.351 B. 0.3351 C. 0.5585 D. 1.676

61. 以 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液时, 滴定前加水稀释是为了 ()。



- A. 便于滴定操作
 B. 防止淀粉凝聚
 C. 防止 I_2 挥发
 D. 减少 Cr^{3+} 绿色对终点的影响
62. 莫尔法不适用于测定 ()。
- A. Cl^-
 B. Br^-
 C. I^-
 D. Ag^+
63. 质量为 m g, 摩尔质量为 M g/mol 的物质 A, 溶于水后移至 V L 的容量瓶中, 稀释至刻度, 则其物质的量浓度 A 等于 ()。
- A. $\frac{M}{m} \cdot \frac{1}{V}$
 B. $\frac{m}{M} V$
 C. $\frac{m}{M} \cdot \frac{1}{V}$
 D. $\frac{M}{m} V$
64. 在滴定分析中, 一般要求滴定误差 ()。
- A. $\leq 0.1\%$
 B. $> 0.1\%$
 C. 0.2%
 D. $> 0.5\%$
65. 若被测气体组分能在空气中燃烧, 常用 () 测定。
- A. 吸收分析法
 B. 吸收重量法
 C. 燃烧分析法
 D. 气体容量法
66. 不能用于分析气体的仪器是 ()。
- A. 折光仪
 B. 奥氏仪
 C. 电导仪
 D. 色潜仪
67. 天然气中 H_2S 含量的测定, 使用的是用醋酸锌吸收 H_2S 后酸化, 再加碘标准溶液, 最后用 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液滴定的是 ()。
- A. 氧化还原容量法
 B. 吸收重量法
 C. 气体燃烧法
 D. 吸收容量法
68. 常用燃烧分析法测定的气体是 ()。
- A. H_2
 B. O_2
 C. N_2
 D. CO_2
69. 可用控制氧化铜 () 的方法, 实现对二元可燃性气体的燃烧测定。
- A. 燃烧时间
 B. 用量
 C. 氧化
 D. 温度
70. 用燃烧法测定半水煤气中的 ()。
- A. CH_4 和 CO
 B. H_2 和 CH_4
 C. CH_4 和 C_nH_m
 D. H_2 和 C_nH_m
71. 下列选项属于称量分析法特点的是 ()。
- A. 需要基准物质作参比
 B. 要配制标准溶液
 C. 经过适当的方法处理, 可直接通过称量即得到分析结果
 D. 适用于微量组分的测定



72. 下列有关影响沉淀完全的因素叙述中, 错误的是 ()。
- A. 利用同离子效应, 可使被测组分沉淀更完全
B. 异离子效应的存在, 可使被测组分沉淀完全
C. 配合效应的存在, 将使被测离子沉淀不完全
D. 温度升高, 会增加沉淀的溶解损失
73. 沉淀中若杂质太大, 则应采取 () 措施使沉淀纯净。
- A. 再沉淀
B. 升高沉淀体系温度
C. 增加陈化时间
D. 减小沉淀的比表面积
74. 称取某铁矿样品 0.2500 g, 处理成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀后燃烧为 Fe_2O_3 , 称量其质量为 0.2490 g, 则矿石中 Fe_3O_4 的百分含量为 ()。[已知: $M(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 231.5 \text{ g/mol}$, $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159.7 \text{ g/mol}$]
- A. 99.60%
B. 96.25%
C. 96.64%
D. 68.98%
75. 分光光度法中, 摩尔吸光系数与 () 有关。
- A. 液层的厚度
B. 光的强度
C. 溶液的浓度
D. 溶质的性质
76. 通常情况下, 在分光光度法中, () 不是导致偏离朗伯-比尔定律的因素。
- A. 吸光物质浓度 $> 0.01 \text{ mol/L}$
B. 显色温度
C. 单色光不纯
D. 待测溶液中的化学反应
77. () 属于显色条件的选择。
- A. 选择合适波长的入射光
B. 控制适当的读数范围
C. 选择适当的参比液
D. 选择适当的缓冲液
78. 721 型分光光度计单色器的色散元件是 ()。
- A. 滤光片
B. 玻璃棱镜
C. 石英棱镜
D. 光栅
79. 邻二氮菲法测铁, 正确的操作顺序为 ()。
- A. 水样 + 邻二氮菲
B. 水样 + $\text{NH}_4\text{OH} \cdot \text{HCl}$ + 邻二氮菲
C. 水样 + $\text{HAc} + \text{NaAc}$ + 邻二氮菲
D. 水样 + $\text{NH}_4\text{OH} \cdot \text{HCl} + \text{HAc} - \text{NaAc}$ + 邻二氮菲
80. 在 pH 值为 () 的溶液中, Fe^{2+} 与邻二氮菲生成稳定的橘红色配合物。
- A. 1 ~ 2
B. 2 ~ 9
C. 9 ~ 10
D. 10 ~ 14
81. 玻璃电极在使用前一定要在水中浸泡, 其目的是 ()。
- A. 清洗电极
B. 检查电极的好坏
C. 校正电极
D. 活化电极
82. 强碱滴定弱酸的电位滴定, 不能得到 ()。



- A. 滴定终点
B. 化学计量点时所需碱的体积
C. 酸的浓度
D. 酸的电离常数

83. 目视比色法中常用的标准系列法是比较 ()。

- A. 入射光的强度
B. 透过溶液后光的强度
C. 透过溶液后吸收光的强度
D. 一定厚度溶液颜色的深浅

84. 下述方法中, () 不属于常用的气相色谱定量测定方法。

- A. 匀称线对法
B. 标准曲线法
C. 内标法
D. 外标法

85. 在气相色谱法中, 保留值反映了 () 分子间的作用。

- A. 组分和载气
B. 组分和固定液
C. 载气和固定液
D. 组分和担体

86. 从环己烷和苯的色谱图中测得死体积 $V_M = 4$, $V_{R, \text{环己烷}} = 10.5$, $V_{R, \text{苯}} = 17$ 。则相对保留值 $V_{R, \text{苯}}$ 为 ()。

- A. 0.6
B. 0.62
C. 1.62
D. 2.0

87. 启动气相色谱仪时, 若使用热导池检测器, 有如下操作步骤: ①开载气; ②气化室升温; ③检测室升温; ④色谱柱升温; ⑤开桥电流; ⑥开记录仪。下面 () 的操作次序是绝对不允许的。

- A. ②→③→④→⑤→⑥→①
B. ①→②→③→④→⑤→⑥
C. ①→②→③→④→⑥→⑤
D. ①→③→②→④→⑥→⑤

88. 韦氏天平附有的最大砝码的质量等于浮锤在 () 水中所排出水的质量。

- A. 100 °C
B. 40 °C
C. 20 °C
D. 0 °C

89. 酸度计测量出的是 () 而刻度是 pH 值。

- A. 电池的电动势
B. 电对的强弱
C. 标准电极电位
D. 离子的活度

90. 在 25 °C 时, 标准溶液与待测溶液的 pH 值变化一个单位, 电池电动势的变化为 ()。

- A. 0.058 V
B. 58 V
C. 0.059 V
D. 59 V

91. 纯净物料的沸程, 一般在 () 左右。

- A. 1 °C
B. 3 °C
C. 5 °C
D. 0.1 °C

92. 电解质溶液的导电性能用 () 表示。

- A. 电阻或电阻率
B. 电导或电导率
C. 电阻或电导
D. 电阻率或电导率

93. $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\tau_1}{\tau_2}$ 表示石油产品的 () 黏度。

- A. 运动
B. 绝对
C. 相对
D. 条件



94. 存有精密仪器的场所发生火灾应选用()灭火。

- A. 四氯化碳灭火器 B. 泡沫灭火器
C. 二氧化碳灭火器 D. 干粉灭火器

95. 下列中毒急救方法中, 错误的是()。

- A. 呼吸系统急性中毒时, 应使中毒者离开现场, 使其呼吸新鲜的空气或做抗休克处理
B. H_2S 中毒应立即洗胃, 使之呕吐
C. 误食了重金属盐溶液应立即洗, 使之呕吐
D. 皮肤、眼、鼻受毒物侵害时应立即用大量自来水冲洗

96. 下列化合物中, () 应纳入剧毒物品的管理。

- A. $NaCl$ B. Na_2SO_4 C. $HgCl$ D. H_2O_2

97. 下列有关汞的处理中, 错误的是()。

- A. 汞盐废液先调节 pH 至 8~10, 加入过量 Na_2S 后, 再加入 $FeSO_4$ 生成 HgS 、 FeS 共沉淀, 再作回收处理
B. 洒落在地上的汞可用硫磺粉盖上, 等干后再清扫
C. 实验台上的汞可采用适当措施收集在有水的烧杯
D. 散落过汞的地面可喷洒 20% $FeCl_2$ 水溶液, 等干后再清扫

98. 下列单质有毒的是()。

- A. 硅 B. 铝 C. 汞 D. 碳

99. 下列氧化物有剧毒的是()。

- A. Al_2O_3 B. As_2O_3 C. SiO_2 D. ZnO

100. 酸式滴定管尖部出口被润滑油脂堵塞, 快速有效的处理方法是()。

- A. 在热水中浸泡并用力下抖 B. 用细铁丝疏通并清洗
C. 装满水利用水柱的压力压出 D. 让洗耳球嘴对吸

二、判断题

() 1. 对 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q$ 反应, 升高温度平衡向正方向移动。

() 2. 相同浓度的 AgI 、 $AgCl$, 其溶度积分别为 9.3×10^{-17} 、 1.8×10^{-10} , 则先沉淀的是 $AgCl$ 。

() 3. 对于 $2Cu^{2+} + Sn^{2+} \rightleftharpoons 2Cu^+ + Sn^{4+}$ 反应, 降低 Cu^{2+} 的浓度, 反应的方向为从左向右。

() 4. 在 298.15K H_2 压力为 1 Pa 的中性溶液中 H^+/H_2 的电极电位是 0.414 V。



- () 5. N_2 的电子式表示为 $:\ddot{N}::\ddot{N}:$ 。
- () 6. 任何两种盐都能发生复分解反应。
- () 7. Zn 与 HCl 反应, 能产生氢气和 $ZnCl_2$ 。
- () 8. 酸碱指示剂的变色与溶液中的氢离子无关。
- () 9. 2.5 g $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ($M=248.2$ g/mol) 配制成 1 L 溶液, 其浓度约为

0.01 mol/L。

- () 10. 误差是指测定结果与真实值的差, 差值越小, 误差越小。
- () 11. 进行空白试验, 可减少分析测定中的偶然误差。
- () 12. 在置信度为 95% 时, 数据应舍弃的原则是 Q 大于 $Q_{0.95}$ 。
- () 13. 在置信度为 95% 时, 数据应舍弃的原则是 Q 小于 $Q_{0.95}$ 。
- () 14. 定位试样是在生产设备的不同部位采取的试样。
- () 15. 使用安瓿球称取沸点低于 20 °C 的试样时, 应戴上有机玻璃防护面罩。
- () 16. 分配系数越大, 萃取百分率越小。
- () 17. 为了防止滤液外溅, 漏斗颈出口斜口长的一侧应贴紧接受滤液的烧杯内壁。
- () 18. 离子交换时, 交换柱越高, 树脂颗粒越细, 液体流速越快, 络合物稳定性相差越大, 分离效果越差。
- () 19. 蒸馏水的电阻越大, 说明该蒸馏水的纯度越高。
- () 20. 在制取纯水过程中, 用测定 pH 值的方法来控制纯水的质量较为方便。
- () 21. 铬酸洗液不可重复使用。
- () 22. 酸碱指示剂的变色与溶液中的氢离子浓度无关。
- () 23. 凡是基准物质, 使用之前都需进行灼烧处理。
- () 24. 凡是基准物质, 使用之前都需进行干燥 (恒重) 处理。
- () 25. 加减砝码必须关闭天平, 取放称量物可不关闭。
- () 26. 分析天平的灵敏度越高, 其称量的准确度越高。
- () 27. 电子天平较普通天平有较高的稳定性。
- () 28. 称量瓶不用时应磨口处垫上纸条。
- () 29. 移液管只能粗略地量取一定体积的液体。
- () 30. 感光性溶液宜用棕色滴定管。
- () 31. 冷凝管的作用仅是连通蒸馏器与接收器。
- () 32. 被蒸馏液杂质含量很少时, 应蒸干。
- () 33. 市售的 HCl, 不能直接配成标准溶液。



- () 34. 水中总硬度的测定是在 $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ 介质中进行。
- () 35. 将 EDTA 标准溶液装在酸式滴定管中。
- () 36. KMnO_4 法所用的强酸通常是 H_2SO_4 。
- () 37. 滴定分析中指示剂选择不当, 引起测量误差。
- () 38. 气体分析是指对工业气体产品的分析。
- () 39. 在实际应用中, 要根据吸收剂吸收气体的特性, 安排混合气体中各组分的吸收顺序。
- () 40. 只有溶液才能作为气体的吸收剂。
- () 41. 燃烧分析法只能测定二元可燃气体的含量。
- () 42. 称量分析一般不适用于微量组分的测定。
- () 43. 要得到符合称量分析要求的沉淀, 必须选择合适的沉淀剂。
- () 44. 选择适当的洗涤液洗涤沉淀可使沉淀更纯净。
- () 45. 在分光光度法中, 当欲测物的浓度大于 0.01 mol/L 时, 可能会偏离光吸收定律。
- () 46. 在分光光度中, 实际溶液中的浑浊、微生物及加入的保护胶体对吸光度的吸光特性影响不大。
- () 47. 目前, 显色反应的温度是通过理论推算的。
- () 48. 铁离子与邻二氮菲生成稳定的橙红色配合物。
- () 49. 对于碱性溶液 pH 的测量, 应采用锂玻璃电极。
- () 50. 电位滴定是根据电位的突跃来确定终点的滴定方法。
- () 51. 浑浊、有色溶液不能进行电位滴定分析。
- () 52. 相对保留值仅与柱温、固定相性质有关, 与操作条件无关。
- () 53. 韦氏天平上读出的视密度即为试液的密度。
- () 54. 液态物料的沸点随外界压力的改变而改变。
- () 55. 沸程小的物质, 一定是纯净的化合物。
- () 56. 测量溶液电导的装置是电导仪。
- () 57. 产生剧毒气体的实验应戴防毒面具。
- () 58. 实验室中家庭有用的物品可暂时借用。
- () 59. 若打开光源灯时光电比色计的光标可移动到吸光度“零”位, 移动比色皿架时, 光标迅速移动, 说明光电系统基本正常。
- () 60. 更换玻璃电极即能排除酸度计的零点调不到的障碍。

化学检验工中级理论考试复习题三参考答案

一、选择题

- | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1. C | 2. C | 3. C | 4. A | 5. B | 6. B | 7. D | 8. C | 9. A | 10. B |
| 11. C | 12. D | 13. A | 14. C | 15. C | 16. D | 17. B | 18. B | 19. A | 20. D |
| 21. B | 22. D | 23. A | 24. C | 25. D | 26. C | 27. B | 28. A | 29. C | 30. A |
| 31. C | 32. C | 33. A | 34. D | 35. C | 36. B | 37. A | 38. A | 39. D | 40. D |
| 41. B | 42. C | 43. C | 44. C | 45. C | 46. D | 47. D | 48. A | 49. C | 50. C |
| 51. C | 52. B | 53. C | 54. B | 55. A | 56. B | 57. A | 58. C | 59. D | 60. A |
| 61. D | 62. C | 63. C | 64. A | 65. C | 66. A | 67. D | 68. A | 69. D | 70. B |
| 71. C | 72. B | 73. A | 74. B | 75. D | 76. B | 77. D | 78. B | 79. D | 80. B |
| 81. D | 82. D | 83. D | 84. A | 85. B | 86. D | 87. A | 88. C | 89. A | 90. C |
| 91. A | 92. B | 93. A | 94. C | 95. B | 96. C | 97. D | 98. C | 99. B | 100. A |

二、判断题

- | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. × | 2. × | 3. × | 4. × | 5. × | 6. × | 7. ✓ | 8. × | 9. ✓ | 10. ✓ |
| 11. × | 12. ✓ | 13. × | 14. ✓ | 15. ✓ | 16. × | 17. ✓ | 18. × | 19. ✓ | 20. × |
| 21. × | 22. × | 23. × | 24. ✓ | 25. × | 26. × | 27. ✓ | 28. ✓ | 29. × | 30. ✓ |
| 31. × | 32. × | 33. ✓ | 34. ✓ | 35. ✓ | 36. ✓ | 37. × | 38. × | 39. ✓ | 40. × |
| 41. × | 42. ✓ | 43. ✓ | 44. ✓ | 45. ✓ | 46. × | 47. × | 48. × | 49. ✓ | 50. ✓ |
| 51. × | 52. ✓ | 53. × | 54. ✓ | 55. × | 56. ✓ | 57. ✓ | 58. × | 59. ✓ | 60. × |



全国化学检验工职业技能大赛考试试卷精选一

一、单项选择题

1. 用酸碱滴定法测定工业醋酸中的乙酸含量, 应选择的指示剂是 ()。
A. 酚酞 B. 甲基橙 C. 甲基红 D. 甲基红 - 次甲基蓝
2. KMnO_4 滴定所需的介质是 ()。
A. 硫酸 B. 盐酸 C. 磷酸 D. 硝酸
3. EDTA 的有效浓度 $[Y^{4-}]$ 与酸度有关, 它随着溶液 pH 值增大而 ()。
A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 先增大后减小
4. 用摩尔法测定纯碱中的氯化钠, 应选择的指示剂是 ()。
A. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ B. K_2CrO_4 C. KNO_3 D. KClO_3
5. 电位滴定与容量滴定的根本区别在于 ()。
A. 滴定仪器不同 B. 指示终点的方法不同
C. 滴定手续不同 D. 标准溶液不同
6. 用电位滴定法测定卤素时, 滴定剂为 AgNO_3 , 指示电极用 ()。
A. 银电极 B. 铂电极 C. 玻璃电极 D. 甘汞电极
7. 一束 () 通过有色溶液时, 溶液的吸光度与溶液浓度和液层厚度的乘积成正比。
A. 平行可见光 B. 平行单色光 C. 白光 D. 紫外光
8. 用气相色谱法测定混合气体中的 H_2 含量时, 应选择的载气是 ()。
A. H_2 B. N_2 C. He D. CO_2
9. 两位分析人员对同一含铁的样品用分光光度法进行分析, 得到两组分析数据, 要判断两组分析的精密度有无显著性差异, 应该选用 ()。
A. Q 检验法 B. t 检验法 C. F 检验法 D. Q 和 t 联合检验法
10. 按被测组分含量来分, 分析方法中常量组分分析指含量 ()。
A. $<0.1\%$ B. $>0.1\%$ C. $<1\%$ D. $>1\%$
11. 国家标准规定的实验室用水分为 () 级。
A. 4 B. 5 C. 3 D. 2
12. 分析工作中实际能够测量到的数字称为 ()。
A. 精密数字 B. 准确数字 C. 可靠数字 D. 有效数字
13. $1.34 \times 10^{-3}\%$ 有效数字是 () 位。
A. 6 B. 5 C. 3 D. 8



14. 实验室安全守则中规定, 严禁任何 () 入口或接触伤口, 不能用 () 代替餐具。

- A. 食品, 烧杯 B. 药品, 玻璃仪器
C. 药品, 烧杯 D. 食品, 玻璃仪器

15. 化学烧伤中, 酸的蚀伤, 应先用大量的水冲洗, 然后用 () 冲洗, 再用水冲洗。

- A. 0.3 mol/L HAc 溶液 B. 2% NaHCO_3 溶液
C. 0.3 mol/L HCl 溶液 D. 2% NaOH 溶液

16. 普通分析用水 pH 值应在 () 之间。

- A. 5 ~ 6 B. 5 ~ 6.5 C. 5 ~ 7.0 D. 5 ~ 7.5

17. 比较两组测定结果的精密度 ()。

甲组: 0.19%, 0.19%, 0.20%, 0.21%, 0.21%

乙组: 0.18%, 0.20%, 0.20%, 0.21%, 0.22%

- A. 甲、乙两组相同 B. 甲组比乙组高
C. 乙组比甲组高 D. 无法判别

18. 试液取样量为 1 ~ 10 mL 的分析方法称为 ()。

- A. 微量分析 B. 常量分析 C. 半微量分析 D. 超微量分析

19. 下列论述中错误的是 ()。

- A. 方法误差属于系统误差 B. 系统误差包括操作误差
C. 系统误差呈现正态分布 D. 系统误差具有单向性

20. 可用下述 () 方法减少滴定过程中的偶然误差。

- A. 进行对照试验 B. 进行空白试验
C. 进行仪器校准 D. 进行分析结果校正

21. 在不加样品的情况下, 用测定样品同样的方法、步骤, 对空白样品进行定量分析, 称为 ()。

- A. 对照试验 B. 空白试验 C. 平行试验 D. 预试验

22. 已知 $T(\text{NaOH}/\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.004904 \text{ g/mL}$, 则氢氧化钠的量浓度为 () mol/L。

- A. 0.0001000 B. 0.005000 C. 0.5000 D. 0.1000

23. 如果要求分析结果达到 0.1% 的准确度, 使用灵敏度为 0.1 mg 的天平称取时, 至少要取 ()。

- A. 0.1 g B. 0.05 g C. 0.2 g D. 0.5 g

24. 物质的量单位是 ()。

- A. g B. kg C. mol D. mol/L



25. 往 AgCl 沉淀中加入浓氨水, 沉淀消失, 这是因为 ()。
- A. 盐效应 B. 同离子效应 C. 酸效应 D. 配位效应
26. 通常用 () 来进行溶液中物质的萃取。
- A. 离子交换柱 B. 分液漏斗 C. 滴定管 D. 柱中色谱
27. 沉淀中若杂质含量太大, 则应采用 () 措施使沉淀纯净。
- A. 再沉淀 B. 提高沉淀体系温度
C. 增加陈化时间 D. 减小沉淀的比表面积
28. 配制好的盐酸溶液应储存于 () 中。
- A. 棕色橡皮塞试剂瓶 B. 白色橡皮塞试剂瓶
C. 白色磨口塞试剂瓶 D. 试剂瓶
29. 若火灾现场空间狭窄且通风不良, 不宜选用 () 灭火器灭火。
- A. 四氯化碳 B. 泡沫 C. 干粉 D. 1211
30. 酸式滴定管尖部出口被润滑油脂堵塞, 快速有效的处理方法是 ()。
- A. 在热水中浸泡并用力下抖 B. 用细铁丝疏通并用水洗
C. 装满水利用水柱的压力压出 D. 用洗耳球对吸
31. 已知 $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105.99 \text{ g/mol}$, 用它来标定 0.1 mol/L HCl 溶液, 宜称取 Na_2CO_3 为 ()。
- A. $0.5 \sim 1 \text{ g}$ B. $0.05 \sim 0.1 \text{ g}$ C. $1 \sim 2 \text{ g}$ D. $0.15 \sim 0.2 \text{ g}$
32. 分析用水的质量要求中, 不用进行检验的指标是 ()。
- A. 阳离子 B. 密度 C. 电导率 D. pH 值
33. 对同一样品分析, 采取一种相同的分析方法, 每次测得的结果依次为 31.27%、31.26%、31.28%, 其第一次测定结果的相对偏差是 ()。
- A. 0.03% B. 0.00% C. 0.06% D. -0.06%
34. 在滴定分析法测定中出现的下列情况, () 导致系统误差。
- A. 滴定时有液体溅出 B. 砝码未经校正
C. 滴定管读数读错 D. 试样未经混匀
35. 在电位滴定中, 以 $E-V$ (E 为电位, V 为滴定剂体积) 作图绘制滴定曲线, 滴定终点为 ()。
- A. 曲线的最大斜率点 B. 曲线的最小斜率点
C. E 为最大值的点 D. E 为最小值的点
36. 在气相色谱中, 保留值反映了 () 分子间的作用。
- A. 组分和载气 B. 组分和固定液
C. 载气和固定液 D. 组分和担体
37. 在气相色谱定量分析中, 只有试样的所有组分都能彼此分离较好的峰才能使用



的方法是 ()。

- A. 归一化法 B. 内标法
C. 外标法的单点校正法 D. 外标法的标准曲线法

38. 在气相色谱分析中, 一般以分离度 () 作为相邻两峰已完全分开的标志。

- A. 1 B. 0 C. 1.2 D. 1.5

39. 在气相色谱流程中, 载气种类的选择主要考虑与 () 相适宜。

- A. 检测器 B. 汽化室 C. 转子流量计 D. 记录仪

40. 在分光光度法中, 宜选用的吸光度读数范围为 ()。

- A. 0~0.2 B. 0.1~∞ C. 1~2 D. 0.2~0.8

41. pH 玻璃电极和 SCE 组成工作电池, 25 °C 时测得 pH = 6.18 的标液电动势是 0.220 V, 而未知试液电动势 $E_x = 0.186$ V, 则未知试液 pH 值为 ()。

- A. 7.60 B. 4.60 C. 5.60 D. 6.60

42. 影响摩尔吸收系数的因素是 ()。

- A. 比色皿厚度 B. 入射光波长 C. 有色物质的浓度 D. 溶液温度

43. 下列说法中, 正确的是 ()。

- A. 分离非极性组分一般选用极性固定液
B. 色谱柱寿命与操作条件无关
C. 汽化室的温度要求比样品组分的沸点高 50~100 °C
D. 相对校正因子不受操作条件影响, 只随检测器种类不同而改变

44. 电位分析中, 不用作指示电极的是 ()。

- A. 铂电极 pH B. 饱和甘汞电极 C. 银电极
D. pH 玻璃电极 E. 氟电极 F. Ag-AgCl 电极

45. 下列方法中可以减少分析中偶然误差的是 ()。

- A. 增加平行试验的次数 B. 进行对照实验
C. 进行空白试验 D. 进行仪器的校正

46. 滴定分析的相对误差一般要求达到 0.1%, 使用常量滴定管耗用标准溶液的体积应控制在 ()。

- A. 5~10 mL B. 10~15 mL C. 20~30 mL D. 15~20 mL

47. 在实验室中, 常用浓盐酸与 () 反应来制备氯气。

- A. Fe_2O_3 B. KMnO_4 C. Mg D. MnO_2

48. 在滴定分析中, 一般利用指示剂颜色的突变来判断化学计量点的到达, 在指示剂颜色突变时停止滴定, 这一点称为 ()。

- A. 化学计量点 B. 理论变色点 C. 滴定终点 D. 以上说法都可以

49. 在重量分析中能使沉淀溶解度减小的因素是 ()。



- A. 酸效应 B. 盐效应 C. 同离子效应 D. 生成配合物
50. 氧气通常灌装在 () 的钢瓶中。
A. 白色 B. 黑色 C. 深绿色 D. 天蓝色
51. 某产品杂质含量标准规定不应大于 0.033, 分析 4 次得到如下结果: 0.034、0.033、0.036、0.035, 则该产品为 ()。
A. 合格产品 B. 优质产品 C. 不合格产品 D. 无法判断
52. 现需要配制 0.1000 mol/L $K_2Cr_2O_7$ 溶液, 下列量器中最合适的量器是 ()。
A. 容量瓶 B. 量筒 C. 刻度烧杯 D. 酸式滴定管
53. 欲配制 pH = 5.0 的缓冲溶液, 应选用的一对物质是 ()。
A. $HAc(K_a = 1.8 \times 10^{-5}) - NaAc$ B. $HAc - NH_4Ac$
C. $NH_3 \cdot H_2O(K_b = 1.8 \times 10^{-5}) - NH_4Cl$ D. $KH_2PO_4 - Na_2HPO_4$
54. 双指示剂法测混合碱, 加入酚酞指示剂时, 消耗 HCl 标准滴定溶液体积为 15.20 mL; 加入甲基橙作指示剂, 继续滴定又消耗了 HCl 标准溶液 25.72 mL, 那么溶液中存在 ()。
A. $NaOH + Na_2CO_3$ B. $Na_2CO_3 + NaHCO_3$
C. $NaHCO_3$ D. Na_2CO_3
55. 气体的采样设备主要包括 ()。
A. 采样器和气样预处理器 B. 样品容器和吸气器
C. 调节压力和流量的装置 D. 采样器和样品容器
56. 滴定管在记录读数时, 小数点后应保留 () 位。
A. 1 B. 2 C. 3 D. 4
57. 下列各组物质按等物质的量混合配成溶液后, 其中不是缓冲溶液的是 ()。
A. $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 B. $NaCl$ 和 $NaOH$
C. NH_3 和 NH_4Cl D. HAc 和 $NaAc$
58. 对某一元弱酸溶液, 物质的量浓度为 c , 电离常数为 K_a , 存在 $cK_a \geq 20K_w$, 且 $c/K_a \geq 500$, 则该一元弱酸溶液 $[H^+]$ 的最简计算公式为 ()。
A. $\sqrt{K_a \cdot c}$ B. $K_a \cdot c$ C. $1/2 \sqrt{K_a \cdot c}$ D. $PK_a \cdot c$
59. 碘量法测定 $CuSO_4$ 含量, 试样溶液中加入过量的 KI, 下列叙述其作用错误的是 ()。
A. 还原 Cu^{2+} 为 Cu^+ B. 防止 I_2 挥发
C. 与 Cu^+ 形成 CuI 沉淀 D. 把 $CuSO_4$ 还原成单质 Cu
60. 下述操作中正确的是 ()。
A. 比色皿外壁有水珠 B. 手握比色皿的磨光面



- C. 手握比色皿的毛面 D. 用报纸去擦比色皿外壁的水
61. 目视比色法中常用的标准系列法是比较 ()。
- A. 入射光的强度 B. 透过溶液后光的强度
- C. 透过溶液后吸收光的强度 D. 一定厚度溶液颜色的深浅
62. 玻璃电极在使用前一定要在水中浸泡几小时, 目的在于 ()。
- A. 清洗电极 B. 活化电极 C. 校正电极 D. 检查电极好坏
63. 下面关于移液管的使用, 正确的是 ()。
- A. 一般不必吹出残留液 B. 用蒸馏水淋洗后即可移液
- C. 用后洗净, 加热烘干后即可再用 D. 移液管只能粗略地量取一定量液体体积

二、多项选择题

1. 影响摩尔吸收系数的因素是 ()。
- A. 比色皿厚度 B. 入射光波长 C. 有色物质的浓度 D. 溶液温度
2. 沉淀完全后进行陈化是为了 ()。
- A. 使无定形沉淀转化为晶形沉淀 B. 使沉淀更为纯净
- C. 加速沉淀作用 D. 使沉淀颗粒变大
3. 定量分析过程包括 ()。
- A. 制订测定计划 B. 分析方法的确定
- C. 仪器的调试 D. 分析结果评价
4. 提高分析结果准确度的方法有 ()。
- A. 减小称量误差 B. 对照试验 C. 空白试验 D. 提高仪器精度
5. 准确度和精密度的关系为 ()。
- A. 准确度高, 精密度一定高 B. 准确度高, 精密度不一定高
- C. 精密度高, 准确度一定高 D. 精密度高, 准确度不一定高
6. 标定盐酸标准溶液常用的基准物质有 ()。
- A. 无水碳酸钠 B. 硼砂 C. 草酸 D. 碳酸钙
- E. 氧化锌 F. 邻苯二甲酸氢钾
7. 采样探子适用于 () 的采集。
- A. 大颗粒 B. 块状物料 C. 小颗粒 D. 粉末状物料

三、判断题

- () 1. 由于 KMnO_4 性质稳定, 可作基准物直接配制成标准溶液。
- () 2. 由于 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 容易提纯, 干燥后可作为基准物直接配制标准液, 不必



标定。

- () 3. 间接碘量法要求在暗处静置, 是为防止 I^- 被氧化。
- () 4. 佛尔哈德法是以 NH_4CNS 为标准滴定溶液, 铁铵矾为指示剂, 在稀硝酸溶液中进行滴定。
- () 5. EDTA 的酸效应系数 α_H 与溶液的 pH 有关, pH 越大, 则 α_H 也越大。
- () 6. 沉淀称量法中的称量式必须具有确定的化学组成。
- () 7. 不同浓度的高锰酸钾溶液, 它们的最大吸收波长也不同。
- () 8. 物质呈现不同的颜色, 仅与物质对光的吸收有关。
- () 9. 危险化学药品按特性分为易燃易爆类、剧毒类、强氧化性类、强还原性类、强腐蚀性类。
- () 10. 我国根据标准的约束性将标准分为国家标准、行业标准、地方标准、企业标准四类。
- () 11. 可见分光光度计检验波长准确度是采用苯蒸气的吸收光谱曲线检查。
- () 12. 使用气相色谱仪在关机前应将汽化室温度降低至 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下, 再关闭电源。
- () 13. 任何型号的分光光度计都由光源、单色器、吸收池和显示系统四个部分组成。
- () 14. 工作曲线法是常用的一种定量方法, 绘制工作曲线时需要在相同操作条件下测出 3 个以上标准点的吸光度后, 在坐标纸上作图。
- () 15. 采样的基本原则是所采样品应具有代表性。
- () 16. 毛细管黏度计测定黏度时, 试样中不能存在气泡, 否则会使结果偏低, 造成误差。
- () 17. 测定物质的凝固点可判断出物质的纯度。
- () 18. 滴定分析所使用的滴定管按照其容量及刻度值不同分为: 微量滴定管、半微量滴定管和常量滴定管三种。
- () 19. 碘量瓶主要用于碘量法或其他生成挥发性物质的定量分析。
- () 20. 在滴定分析中, 滴定终点与化学计量点是一致的。
- () 21. 配制 NaOH 标准溶液时, 所采用的蒸馏水应为去 CO_2 的蒸馏水。
- () 22. 分析工作者只需严格遵守采取均匀固体样品的技术标准的规定。
- () 23. 掩蔽剂的用量过量太多, 待测离子也可能被掩蔽而引起误差。
- () 24. 在酸碱滴定中, 用错了指示剂, 不会产生明显误差。
- () 25. 在沉淀滴定银量法中, 各种指示终点的指示剂都有其特定的酸度使用范围。
- () 26. 利用保留值的色谱定性分析, 是所有定性方法中最捷径、最准确的



方法。

- () 27. 若用酸度计同时测量一批试液时, 一般先测 pH 值高的, 再测 pH 值低的, 先测非水溶液, 后测水溶液。
- () 28. 玻璃电极在使用前要在蒸馏水中浸泡 24 h 以上。
- () 29. 在只考虑酸效应的配位反应中, 酸度越大形成配合物的条件稳定常数越大。
- () 30. 测定的精密度高, 但准确度不一定好, 消除了系统误差后, 精密度高, 结果准确度就好。
- () 31. 强酸滴定弱碱达到化学计量点时 $\text{pH} > 7$ 。
- () 32. 常用的酸碱指示剂, 大多是弱酸或弱碱, 所以滴加指示剂的多少及时间的早晚不会影响分析结果。
- () 33. 使用直接碘量法滴定时, 淀粉指示剂应在近终点时加入; 使用间接碘量法滴定时, 淀粉指示剂应在滴定开始时加入。
- () 34. EDTA 酸效应系数 $\alpha_{Y(H)}$ 随溶液中 pH 值变化而变化; pH 值低, 则 $\alpha_{Y(H)}$ 值高, 对配位滴定有利。
- () 35. 在配位反应中, 当溶液的 pH 值一定时, K_{MY} 越大, 则 K'_{MY} 就越大。
- () 36. 朗伯-比尔定律适用于一切浓度的有色溶液。
- () 37. 用气相色谱法分析非极性组分时, 一般选择极性固定液, 各组分按沸点由低到高的顺序流出。
- () 38. 气相色谱分析中, 调整保留时间是组分从进样到出现峰最大值所需的时间。
- () 39. 色谱定量分析时, 面积归一法要求进样量特别准确。
- () 40. 在一定温度下, 当 Cl^- 活度一定时, 甘汞电极的电极电位为一定值, 与待测溶液的 pH 值无关。
- () 41. 空心阴极灯发光强度与工作电流有关, 增大电流可以增加发光强度, 因此灯电流越大越好。
- () 42. 企业可根据具体情况和产品的质量情况制定适当高于同种产品国家或行业标准的企业标准。
- () 43. 纯水制备的方法只有蒸馏法和离子交换法。
- () 44. 滴定管、容量瓶、移液管在使用之前都需要用试剂溶液进行润洗。
- () 45. 邻苯二甲酸氢钾不能作为标定 NaOH 标准滴定溶液的基准物质。
- () 46. 双指示剂法测定混合碱含量, 已知试样消耗标准滴定溶液盐酸的体积 $V_1 > V_2$, 则混合碱的组成为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$ 。



() 47. 配好 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准滴定溶液后煮沸约 10 min。其作用主要是除去 CO_2 和杀死微生物, 促进 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准滴定溶液趋于稳定。

() 48. 由于混晶而带入沉淀中的杂质通过洗涤是不能除掉的。

() 49. 当透射比是 10% 时, 则吸光度 $A = -1$ 。

() 50. 制备固体分析样品时, 当部分采集的样品很难破碎和过筛, 则该部分样品可以弃去不要。

() 51. 国标规定, 一般滴定分析用标准溶液在常温 ($15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) 下使用 2 个月, 必须重新标定。

() 52. 酸碱滴定曲线是以 pH 值变化为特征的, 滴定时酸碱的浓度愈大, 滴定的突跃范围愈小。

() 53. 加入沉淀剂越多, 越有利于沉淀完全。

() 54. 一般来说, 纯物质的沸程都较小。

() 55. 沸点和折射率是检验液体有机化合物纯度的标志之一。

() 56. 所有的化学反应, 都可以用平衡移动原理来判断化学反应的移动方向。

() 57. 根据同离子效应, 可加入大量沉淀剂以降低沉淀在水中的溶解度。

() 58. 缓冲溶液是由某一种弱酸或弱碱的共轭酸碱对组成的。

() 59. 沉淀 BaSO_4 应在热溶液中后进行, 然后趁热过滤。

() 60. 用洗涤液洗涤沉淀时, 要少量、多次, 为保证 BaSO_4 沉淀的溶解损失不超过 0.1%, 洗涤沉淀每次用 15 ~ 20 mL 洗涤液。

() 61. 实验室中用于烘干仪器的 CoCl_2 变色硅胶, 变为蓝色时表示已失效。

() 62. 在实际测定溶液 pH 值时, 常用标准缓冲溶液来校正, 其目的是为了消除不对称电位。

() 63. 影响化学反应平衡常数数值的因素是反应物的浓度、温度、催化剂、反应产物的浓度等。

() 64. 缓冲溶液在任何 pH 值条件下都能起缓冲作用。



全国化学检验工职业技能大赛考试试卷精选一参考答案

一、单项选择题

1. A 2. A 3. B 4. B 5. B 6. A 7. B 8. B 9. C 10. D
11. C 12. D 13. C 14. B 15. B 16. D 17. B 18. C 19. C 20. D
21. B 22. D 23. A 24. C 25. D 26. B 27. A 28. C 29. A 30. A
31. D 32. B 33. B 34. B 35. A 36. B 37. A 38. D 39. A 40. D
41. C 42. B 43. D 44. B 45. A 46. C 47. B 48. C 49. C 50. D
51. C 52. A 53. A 54. B 55. C 56. B 57. B 58. A 59. D 60. C
61. D 62. B 63. A

二、多项选择题

1. BD 2. AD 3. BD 4. BCD 5. AD 6. AB 7. ACD

三、判断题

1. × 2. √ 3. √ 4. √ 5. × 6. √ 7. × 8. × 9. × 10. √
11. × 12. √ 13. √ 14. √ 15. √ 16. √ 17. √ 18. √ 19. √ 20. ×
21. √ 22. × 23. √ 24. × 25. √ 26. × 27. × 28. √ 29. × 30. √
31. × 32. × 33. × 34. × 35. √ 36. × 37. × 38. × 39. × 40. √
41. × 42. √ 43. × 44. × 45. × 46. √ 47. √ 48. √ 49. × 50. √
51. √ 52. × 53. × 54. √ 55. √ 56. × 57. × 58. √ 59. × 60. √
61. × 62. √ 63. × 64. ×



液的 pH 值是 ()。(设混合后体积为混合前体积之和, $K_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} = 1.8 \times 10^{-5}$)

- A. 11.85 B. 6.78 C. 9.08 D. 13.74

11. 将同体积的 KCl 和 FeCl_3 溶液的 Cl^- 离子完全沉淀, 用去相同浓度的 AgNO_3 溶液的体积相同, 则这两种溶液的物质的量浓度之比为 ()。

- A. 1:3 B. 1:2 C. 3:1 D. 3:2

12. 用直接法配置 0.1 mol/L NaCl 标准溶液, 正确的是 ()。(NaCl 的摩尔质量是 58.44 g/mol)

- A. 称取基准物质 NaCl 5.844 g 溶于水, 移入 1 L 容量瓶中稀释至刻度线摇匀
B. 称取 5.9 g 基准物质 NaCl 溶于水, 移入 1 L 容量瓶中, 稀释搅拌
C. 称取 5.8440 g 基准物质 NaCl 溶于水, 移入 1 L 烧杯中, 稀释搅拌
D. 称取 5.9 g 基准物质 NaCl 溶于水, 移入 1 L 烧杯中, 稀释搅拌

13. 四种不同的气体混合后, 相数是 ()。

- A. 一相 B. 两相 C. 三相 D. 四相

14. 下列式子表示正确的是 ()。

- A. 相对偏差% = 绝对偏差/真实值
B. 绝对偏差 = 平均值 - 真实值
C. 相对误差% = 绝对误差/平均值
D. 相对偏差% = 绝对偏差/平行测定结果平均值 $\times 100\%$

15. 称量法测定黄铁矿中硫的含量, 称取样品 0.3853 g, 下列结果合理的是 ()。

- A. 36% B. 36.41% C. 36.4% D. 36.4131%

16. 有腐蚀性的液态物料, 应使用 () 等采样工具采样。

- A. 塑料瓶或虹吸管 B. 塑料袋或采样管
C. 玻璃瓶或陶瓷器皿 D. 玻璃管或长橡胶管

17. 自输送状态物料流中采样, 应首先确定一个分析化验单位要采取的 ()。

- A. 总样重量和子样质量 B. 总样质量和子样数目
C. 总样数目和子样质量 D. 总样质量和子样重量

18. 分析试样保留存查的时间为 ()。

- A. 3~6 h B. 3~6 d C. 3~6 个月 D. 3~6 年

19. 萃取分离方法基于各种不同物质在不同溶剂中 () 不同这一基本原理。

- A. 分配系数 B. 分离系数 C. 萃取百分率 D. 溶解度

20. 在分析实验中, 可以用 () 来进行物质的定性鉴定。

- A. 分离系数 B. 分配系数 C. 溶解度 D. 比移值



21. 洗涤盛 KMnO_4 溶液后产生的褐色污垢, 合适的洗涤剂是 ()。
- A. 有机溶剂 B. 碱性溶液 C. 工业盐酸 D. 草酸洗液
22. 配制甲基橙指示剂选用的溶剂是 ()。
- A. 水 - 甲醇 B. 水 - 乙醇 C. 水 D. 水 - 丙酮
23. 滴定分析用标准溶液是 ()。
- A. 确定了浓度的溶液 B. 用基准试剂配制的溶液
- C. 用于滴定分析的溶液 D. 确定了准确浓度、用于滴定分析的溶液
24. 下列物质中不能在烘箱内烘干的是 ()。
- A. 硼砂 B. Na_2CO_3 C. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ D. 邻苯二甲酸氢钠
25. 根据电磁力补偿工作原理制造的天平是 ()。
- A. 阻尼天平 B. 全自动机械加码电光天平
- C. 电子天平 D. 工业天平
26. 称量易吸湿的固体样应用 () 盛装。
- A. 研钵 B. 表面皿 C. 小烧杯 D. 高型称量瓶
27. 下面有关移液管的洗涤, 使用正确的是 ()。
- A. 用自来水洗净后即可移液 B. 用蒸馏水洗净后即可移液
- C. 用洗涤剂洗后即可移液 D. 用移取液润洗干净后即可移液
28. 下列选项中, 蒸馏无法达到目的的是 ()。
- A. 测定液体化合物的沸点 B. 分离两种沸点相近互不相溶的液体
- C. 提纯, 除去不挥发的杂质 D. 回收溶剂
29. 用 0.1 mol/L HCl 滴定 0.1 mol/L NaOH 时的 pH 突跃范围是 $4.3 \sim 9.7$, 用 0.01 mol/L HCl 滴定 0.01 mol/L NaOH 的突跃范围是 ()。
- A. $4.3 \sim 9.7$ B. $4.3 \sim 8.7$ C. $5.3 \sim 8.7$ D. $3.3 \sim 10.7$
30. 某酸碱指示剂的 $K_{\text{HIn}} = 1.0 \times 10^{-5}$, 则从理论上推算其变色范围是 ()。
- A. $4 \sim 5$ B. $5 \sim 6$ C. $4 \sim 6$ D. $5 \sim 7$
31. 用邻苯二甲酸氢钾标定 NaOH 时, 应选的指示剂是 ()。
- A. 甲基橙 B. 甲基红 C. 溴酚蓝 D. 酚酞
32. 水的硬度测定中, 正确的测定条件包括 ()。
- A. Ca 硬度 $\text{pH} \geq 12$ 二甲酚橙为指示剂 B. 总硬度 $\text{pH} = 10$ 铬黑 T 为指示剂
- C. 总硬度 NaOH 可任意过量加入 D. 水中微量 Cu^{2+} 可加入三乙酸胺掩蔽
33. 在酸性介质中, 用 KMnO_4 溶液滴定草酸盐, 滴定应 ()。
- A. 像酸滴定那样快进行 B. 在开始时缓慢进行以后逐渐加快
- C. 开始时快, 然后缓慢 D. 在近化学计量点时加快进行



34. 用 $0.02 \text{ mol/L AgNO}_3$ 溶液滴定 0.1 g 试样中的 Cl^- ($M(\text{Cl}) = 35.45 \text{ g/mol}$), 耗去 40 mL , 则试样中 Cl^- 的含量约为 ()。

- A. 7% B. 14% C. 35% D. 28%

35. 以直接滴定法测定固体试样中某组分含量时, 用同一标准溶液, 一次在 10°C 进行, 另一次在 30°C 时进行, 其他条件相同, 测得的结果是 ()。

- A. 与温度无关 B. 与温度成反比
C. 30°C 时较高 D. 10°C 时较高

36. () 气体的吸收剂常用氢氧化钾溶液。

- A. CO_2 B. CO C. CH_4 D. C_nH_m

37. 使用 33% 的氢氧化钾溶液、硫酸银浓硫酸溶液、碳酸钾溶液、氯化亚铜氨溶液吸收半水煤气的顺序依次是 ()。

- A. CO_2 、 C_nH_m 、 O_2 、 CO B. C_nH_m 、 O_2 、 CO 、 CO_2
C. O_2 、 CO 、 CO_2 、 C_nH_m D. CO 、 CO_2 、 C_nH_m 、 O_2

38. 下列选项属于称量分析方法特点的是 ()。

- A. 需要基准物作参比
B. 要配制标准溶液
C. 经过适当的方法处理, 可直接得到分析结果
D. 适用于微量组分的测定

39. 要得到颗粒大又纯净的晶形沉淀, 又可避免沉淀时局部过浓现象发生, 应采取的措施是 ()。

- A. 采用均相沉淀法 B. 采用边搅拌边加沉淀剂的方法
C. 沉淀时加入适量电解质 D. 沉淀应在较浓的溶液中进行

40. 测定黄铁矿中硫的含量, 称取试样 0.3853 g , 最后得到的 BaSO_4 沉淀重为 1.0210 g , 则试样中硫的百分含量为 ()。(已知: $M(\text{BaSO}_4) = 233.4 \text{ g/mol}$, $M(\text{S}) = 32.07 \text{ g/mol}$)

- A. 36.41% B. 96.02% C. 37.74% D. 35.66%

41. 光吸收定律应用的条件是 ()。其中: ①稀溶液 ($c < 0.01 \text{ mol/L}$); ②入射光为单色光; ③均匀介质; ④入射光只能是可见光。

- A. ①、②、③ B. ②、③、④ C. ③、④、① D. ④、①、②

42. 通常情况下, 在分光光度法中, () 不是导致偏离朗伯-比尔定律的因素。

- A. 吸光物质浓度 $> 0.01 \text{ mol/L}$ B. 显色温度
C. 单色光不纯 D. 待测溶液中的化学反应

43. () 属于显色条件的选择。



- A. 选择合适波长的人射光 B. 控制适当的读数范围
C. 选择适当的参比液 D. 选择适当的缓冲液
44. 721 型分光光度计的检测器是 ()。
A. 光电管 B. 光电倍增管
C. 硒光电磁电池 D. 测辐射热器
45. 邻二氮菲法测铁, 正确的操作顺序为 ()。
A. 水样 + 邻二氮菲
B. 水样 + $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ + 邻二氮菲
C. 水样 + HAc + NaAc + 邻二氮菲
D. 水样 + $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ + HAc + NaAc + 邻二氮菲
46. 在电位滴定中, 以 $E-V$ (E 为电位, V 为滴定剂体积) 作图绘制滴定曲线, 滴定终点为 ()。
A. 曲线的最大斜率点 B. 曲线的最小斜率点
C. E 为最大值的点 D. E 为最小值的点
47. 若只需用一个复杂样品中某个特殊组分的定量分析, 用色谱法时, 宜选用 ()。
A. 归一化法 B. 标准曲线法
C. 外标法 D. 内标法
48. 在气相色谱分析中, () 可使样品各组分保留时间缩短并趋于一致。
A. 流动相的相对分子量增大 B. 塔板数增加
C. 柱温升高 D. 固定相的量增加
49. 每台韦氏天平的 () 个砝码只能用于本天平, 不可调换使用。
A. 5 B. 4 C. 3 D. 2
50. 为防止蒸馏过程中的 (), 须加沸石或无釉小瓷片到蒸馏烧瓶中。
A. 沸腾现象 B. 爆沸现象 C. 爆炸现象 D. 过热现象
51. 折光率是指光线在空气 (真空) 中传播的速度与在其他介质中传播速度的 ()。
A. 比值 B. 差值 C. 正弦值 D. 平均值
52. 液态物质的黏度与温度有关 ()。
A. 温度越高, 黏度越大 B. 温度越高, 黏度越小
C. 温度升高, 黏度增大 D. 温度下降, 黏度减小
53. 下面有关高压气瓶的使用, 不正确的是 ()。
A. 化验室内的高压气瓶要制定管理制度和操作规程
B. 使用高压气瓶的人员, 必须正确操作
C. 开阀时速度要快
D. 开关瓶的气阀时, 应在气阀接管的侧面



54. 存有精密仪器的场所发生火灾应选用 () 灭火。

- A. 四氯化碳灭火器 B. 泡沫灭火器
C. 二氧化碳灭火器 D. 干粉灭火器

55. 下面有关氯气中毒的防护与急救, 不正确的是 ()。

- A. 给患者喝催吐剂, 使其呕吐
B. 操作时戴好防毒口罩
C. 咽喉受刺激, 可吸入 2% 的苏打水热蒸气
D. 重患者应保温、注射强心剂

56. 下列化合物中, () 应纳入剧毒物品的管理。

- A. NaCl B. Na_2SO_4 C. HgCl_2 D. H_2O_2

57. 下面有关废气的处理错误的是 ()。

- A. 少量有毒气体可通过排风设备排出实验室
B. 量大的有毒气体必须经过处理后再排出室外
C. 二氧化碳气体可以不排出室外
D. 一氧化碳可点燃转化成二氧化碳再排出

58. 下列有关毒物特性的描述, 错误的是 ()。

- A. 越易溶于水的毒物其危险性越大 B. 毒物颗粒越小, 危害性越大
C. 挥发性越小, 危害性越大 D. 沸点越低, 危害性越大

59. 721 型分光光度计使用较长时间后, 要检查 () 的准确性, 以保证仪器的正常使用和结果的可靠性。

- A. 灵敏度 B. 波长 C. 光源 D. 读数范围

60. 酸式滴定管尖部出口被润滑脂堵塞, 快速有效的处理方法是 ()。

- A. 在热水中浸泡并用力下抖 B. 用细铁丝疏通并用水洗
C. 装满水利用水柱的压力压出 D. 用洗耳球嘴对吸

二、判断题 (第 61 ~ 80 题。将判断结果填入括号中。正确的填 “√”, 错误的填 “×”。每题 2.0 分。满分 40 分)

() 61. 溶度积是难溶电解质的固体和它的溶液在达到溶解和沉淀平衡时的平衡常数。

() 62. 沉淀转化是由一种难溶化合物转化为另一种更难溶化合物。

() 63. 对于 $2\text{Cu}^{2+} + \text{Sn}^{2+} \rightarrow 2\text{Cu}^+ + \text{Sn}^{4+}$ 反应, 降低 Cu^{2+} 的浓度, 反应的方向从左到右。

() 64. Na_2HPO_4 的水溶液可使 pH 试纸变红。

() 65. 误差是指测定结果与真实值的差, 差值越小, 误差越小。



- () 66. 数据的运算应先修约再运算。
- () 67. 在分析化学实验中常用分析纯的试剂。
- () 68. 组成缓冲体系的酸的 pK_a 应等于或接近所需的 pH 值。
- () 69. 物料经过一次分样管, 质量可平分一次。
- () 70. 酸效应系数越大, 配合物稳定性越大。
- () 71. $K_2Cr_2O_7$ 非常稳定, 容易提纯, 所以标准溶液可用直接法配制。
- () 72. 标定好的 $Na_2S_2O_3$ 中, 若发现有混浊 (S 析出) 应重新配制。
- () 73. 莫尔法中与 Ag^+ 形成测定或配合物的阴离子均不干扰测定。
- () 74. 气体分析是指对工业气体的分析。
- () 75. 化学分析法测定气体所使用的仪器不包括苏式气体分析仪。
- () 76. 选择适当的洗涤沉淀可使沉淀更纯净。
- () 77. 对于碱性溶液 pH 的测量, 应采用锂玻璃电极。
- () 78. 玻璃电极在使用前要在蒸馏水中浸泡 24 h 以上。
- () 79. 银氨溶液不宜长时间保存。
- () 80. 实验室中家庭有用的物品可以暂时借用。

全国化学检验工职业技能大赛考试试卷精选二参考答案

一、选择题

1. D 2. C 3. A 4. B 5. C 6. A 7. C 8. C 9. A 10. C
11. C 12. A 13. A 14. D 15. B 16. C 17. B 18. C 19. A 20. D
21. D 22. C 23. D 24. A 25. C 26. D 27. D 28. B 29. C 30. C
31. D 32. B 33. B 34. D 35. C 36. A 37. A 38. C 39. A 40. A
41. A 42. B 43. D 44. A 45. D 46. A 47. D 48. C 49. B 50. B
51. A 52. B 53. C 54. C 55. A 56. C 57. C 58. C 59. B 60. A

二、判断题

61. √ 62. √ 63. × 64. × 65. √ 66. √ 67. √ 68. √ 69. √ 70. ×
71. √ 72. √ 73. × 74. × 75. × 76. √ 77. √ 78. √ 79. √ 80. ×



附录1 国际相对原子质量表 (1979年) ^①

按元素符号的字母顺序排列 (不包括人造元素)

元 素		原子 序数	相对原子质量	元 素		原子 序数	相对原子质量
符号	名称			符号	名称		
Ac	锕	89	227.0278	He	氦	2	4.00260
Ag	银	47	107.868	Hf	铪	72	178.49 *
Al	铝	13	26.98154	Hg	汞	80	200.59
Ar	氩	18	39.948	Ho	钬	67	169.9304
As	砷	33	74.9216	I	碘	53	126.9045
Au	金	79	196.9665	In	铟	49	114.82
B	硼	5	10.81	Ir	铱	77	192.22 *
Ba	钡	56	137.33	K	钾	19	39.0983
Be	铍	4	9.01218	Kr	氪	36	83.80
Bi	铋	83	208.9804	La	镧	57	138.9055 *
Br	溴	35	79.904	Li	锂	3	6.941 *
C	碳	6	12.011	Lu	镥	71	174.967 *
Ca	钙	20	40.08	Mg	镁	12	24.305
Cd	镉	48	112.41	Mn	锰	25	54.9380
Ce	铈	58	140.12	Mo	钼	42	95.94
Cl	氯	17	35.453	N	氮	7	14.0067

① 王明德主编:《分析化学》,高等教育出版社1986年版。



续表

元 素		原子 序数	相对原子质量	元 素		原子 序数	相对原子质量
符号	名称			符号	名称		
Co	钴	27	58.9332	Na	钠	11	22.98977
Cr	铬	24	51.996	Nb	铌	41	92.90644
Cs	铯	55	132.9054	Nd	钕	60	144.24 *
Cu	铜	29	63.546 *	Ne	氖	10	20.179
Dy	镝	66	162.50 *	Ni	镍	28	58.69
Er	铒	68	167.26 *	Np	镎	93	237.0482
Eu	铕	63	151.96	O	氧	8	15.9994 *
F	氟	9	18.998403	Os	锇	76	190.2
Fe	铁	26	55.847 *	P	磷	15	30.97376
Ga	镓	31	69.72	Pa	镤	91	231.0359
Gd	钆	64	157.25 *	Pb	铅	82	207.2
Ge	锗	32	72.59 *	Pd	钯	46	106.42
H	氢	1	1.0079	Pr	镨	59	140.9077
Pt	铂	78	195.08 *	Tb	铽	65	158.9254
Ra	镭	88	226.0254	Te	碲	52	127.60 *
Rb	铷	37	85.4678 *	Th	钍	90	232.0381
Re	铼	75	186.207	Ti	钛	22	47.88 *
Rh	铑	45	102.9055	Tl	铊	81	204.383
Ru	钌	44	101.07 *	Tm	铥	69	168.9342
S	硫	16	32.06	U	铀	92	238.0289
Sb	锑	51	121.75 *	V	钒	23	50.9415
Sc	钪	21	44.9559	W	钨	74	183.85 *
Se	硒	34	78.96 *	Xe	氙	54	131.29 *
Si	硅	14	28.0855 *	Y	钇	39	88.9059
Sm	钐	62	150.36 *	Yb	镱	70	173.04 *
Sn	锡	50	118.69 *	Zn	锌	30	65.38
Sr	锶	38	87.62	Zr	锆	40	91.22
Ta	钽	73	180.9479				

注：各相对原子质量数值最后一位数字准至 ± 1 ，带星号*的准至 ± 3 。



附录 2 无机化合物的摩尔质量表 (g/mol)

无机化合物	摩尔质量	无机化合物	摩尔质量
Ag_3AsO_4	462.52	As_2O_5	229.84
AgBr	187.77	As_2S_3	246.02
AgCl	143.32	BaCO_3	197.34
AgCN	133.89	BaC_2O_4	225.35
AgSCN	165.95	BaCl_2	208.24
Ag_2CrO_4	331.73	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	244.27
AgI	234.77	BaCrO_4	253.32
AgNO_3	169.87	BaO	153.33
AlCl_3	133.34	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	171.34
$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	241.43	BaSO_4	315.34
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	213.00	BiCl_3	260.43
$\text{AlCl}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	375.13	BiOCl	233.39
Al_2O_3	101.96	CO_2	44.01
$\text{Al}(\text{OH})_3$	78.00	CaO	56.08
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	342.14	CaCO_3	100.09
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	666.41	CaC_2O_4	128.10
As_2O_3	197.84	CaCl_2	110.99
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	219.08	$\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	482.18
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	236.15	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	241.86
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	74.10	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	404.00
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	310.18	FeO	71.85
CaSO_4	136.14	Fe_2O_3	159.69
CdCO_3	183.32	Fe_3O_4	321.54
CdCl_2	172.42	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	106.87
CdS	144.47	FeS	87.91
$\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$	332.24	Fe_2S_3	207.87
$\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	404.30	FeSO_4	151.91
CoCl_2	129.84	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	278.01
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	237.93	$\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	392.13
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	291.03	H_3AsO_3	125.94
CoS	90.99	H_3AsO_4	141.94



续表

无机化合物	摩尔质量	无机化合物	摩尔质量
CoSO_4	154.99	H_3BO_3	61.83
$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	281.10	HBr	80.91
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	60.06	HCN	27.03
CrCl_2	158.36	HCOOH	46.03
$\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	266.45	HNO_2	47.01
$\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$	238.01	CH_3COOH	60.05
Cr_2O_3	151.99	H_2CO_3	62.03
CuCl	99.00	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	90.04
CuCl_2	134.45	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	126.07
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	170.48	HCl	36.46
CuSCN	121.62	HF	20.01
CuI	190.45	HI	127.91
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	187.56	HIO_3	175.91
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	241.60	HNO_3	63.01
CuO	79.55	$3\text{H}_2\text{O}$	54.05
Cu_2O	143.09	$4\text{H}_2\text{O}$	72.06
CuS	95.61	$5\text{H}_2\text{O}$	90.08
CuSO_4	159.60	$6\text{H}_2\text{O}$	108.09
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	249.68	H_2O	18.015
FeCl_2	126.75	$7\text{H}_2\text{O}$	126.11
$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	198.81	$8\text{H}_2\text{O}$	144.12
FeCl_3	162.21	$9\text{H}_2\text{O}$	162.14
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	270.30	$12\text{H}_2\text{O}$	216.18
H_2O_2	34.02	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	282.22
H_3PO_4	98.00	KNO_3	101.10
H_2S	34.08	KNO_2	85.10
H_2SO_3	82.07	K_2O	94.20
H_2SO_4	98.07	KOH	56.11
$\text{Hg}(\text{CN})_2$	252.63	K_2SO_4	174.25
HgCl_2	271.50	MgCO_3	84.31
Hg_2Cl_2	472.09	MgCl_2	95.21
HgI_2	454.40	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	203.30
$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$	525.19	MgC_2O_4	112.33



续表

无机化合物	摩尔质量	无机化合物	摩尔质量
$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	561.22	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	256.41
$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$	324.60	MgNH_4PO_4	137.32
HgO	216.59	MgO	40.30
HgS	223.65	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	58.32
HgSO_4	296.65	$\text{Mg}_3\text{P}_2\text{O}_7$	222.55
Hg_2SO_4	497.24	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246.4
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	474.38	MnCO_3	114.96
KBr	119.00	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	197.91
KBrO_3	167.00	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	287.04
KCl	74.55	MnO	70.94
KClO_3	122.55	MnO_2	86.94
KClO_4	138.55	MnS	87.00
KCN	65.12	MnSO_4	151.00
KSCN	97.18	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	223.06
K_2CO_3	138.21	NO	30.01
K_2CrO_4	194.19	NO_2	46.01
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	294.18	NH_3	17.03
$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	329.25	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	77.08
$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$	368.35	NH_4Cl	53.49
$\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	503.24	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	96.09
$\text{KHC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	146.14	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	124.10
$\text{KHC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	254.19	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	142.11
$\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	188.18	NH_4SCN	76.12
KHSO_4	136.16	NH_4HCO_3	79.06
KI	166.00	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	196.01
KIO_3	214.00	NH_4NO_3	80.04
$\text{KIO}_3 \cdot \text{HIO}_3$	389.91	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	132.06
KMnO_4	158.03	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	68.14
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	132.13	4OH	68.03
NH_4VO_3	116.98	P_2O_5	141.95
Na_3AsO_3	191.89	PbCO_3	267.21
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	201.22	PbC_2O_4	295.22
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	381.37	PbCl_2	278.11



续表

无机化合物	摩尔质量	无机化合物	摩尔质量
NaBiO_3	279.97	PbCrO_4	323.19
NaCN	49.01	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	325.29
NaSCN	81.07	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	379.34
Na_2CO_3	105.99	PbI_2	461.01
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	286.14	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	331.21
$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	134.00	PbO	223.20
CH_3COONa	82.03	PbO_2	239.20
$\text{CH}_3\text{COOHNa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	136.08	$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$	811.54
NaCl	58.44	PbS	239.26
NaClO	74.44	PbSO_4	303.26
NaHCO_3	84.01	SO_3	80.06
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	358.14	SO_2	64.06
$\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	372.24	SbCl_3	228.11
NaNO_2	69.00	SbCl_5	299.02
NaNO_3	85.00	Sb_2O_3	291.50
Na_2O	61.98	Sb_2S_3	339.68
Na_2O_2	77.98	SiF_4	104.08
NaOH	40.00	SiO_2	60.08
Na_3PO_4	163.94	SnCl_2	189.60
Na_2S	78.04	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	225.63
$\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	240.18	SnCl_4	260.50
Na_2SO_3	126.04	$\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	350.58
Na_2SO_4	142.04	SnO_2	150.69
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	158.10	SnS_2	150.75
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	248.17	SrCO_3	147.63
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	237.69	SrC_2O_4	175.64
NiO	74.69	SrCrO_4	203.61
$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	290.79	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	211.63
NiS	90.75	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	283.69
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	280.85	SrSO_4	183.68
OH	17.01	$\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	424.15
2OH	34.02	ZnCO_3	125.39
3OH	51.02	ZnC_2O_4	153.40
ZnCl_2	136.29	ZnO	81.38



续表

无机化合物	摩尔质量	无机化合物	摩尔质量
$\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	183.47	ZnS	97.44
$\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	219.50	ZnSO_4	161.44
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	189.39	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	287.55
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	297.48		

附录 3 常用缓冲溶液的配制

pH	配 制 方 法
0	1mol/L HCl
1	0.1 mol/L HCl
2	0.01 mol/L HCl
3.6	$\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 16 g, 溶于水, 加 6 mol/L HAc 268 mL, 稀释至 1 L
4.0	$\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 40 g, 溶于水, 加 6 mol/L HAc 268 mL, 稀释至 1 L
4.5	$\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 64 g, 溶于水, 加 6 mol/L HAc 136 mL, 稀释至 1 L
5	$\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 100 g, 溶于水, 加 6 mol/L HAc 68 mL, 稀释至 1 L
5.7	$\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 200 g, 溶于水, 加 6 mol/L HAc 26 mL, 稀释至 1 L
7	NH_4Ac 154 g, 溶于水, 稀释至 1 L
7.5	NH_4Cl 120 g, 溶于水, 加 15 mol/L 氨水 2.8 mL, 稀释至 1 L
8	NH_4Cl 100 g, 溶于水, 加 15 mol/L 氨水 7 mL, 稀释至 1 L
8.5	NH_4Cl 80 g, 溶于水, 加 15 mol/L 氨水 17.6 mL, 稀释至 1 L
9	NH_4Cl 70 g, 溶于水, 加 15 mol/L 氨水 48 mL, 稀释至 1 L
9.5	NH_4Cl 60 g, 溶于水, 加 15 mol/L 氨水 130 mL, 稀释至 1 L
10	NH_4Cl 54 g, 溶于水, 加 15 mol/L 氨水 294 mL, 稀释至 1 L
10.5	NH_4Cl 18 g, 溶于水, 加 15 mol/L 氨水 350 mL, 稀释至 1 L
11	NH_4Cl 6 g, 溶于水, 加 15 mol/L 氨水 414 mL, 稀释至 1 L
12	0.01 mol/L NaOH
13	0.1 mol/L NaOH



附录4 常用氧化还原指示剂

指示剂名称	配制方法	终点颜色变化
二苯胺磺酸钠 (0.5%)	0.5 g 二苯胺磺酸钠溶于 100 mL 水中, 滴加 (1~2) 滴硫酸溶液 (1+1)	紫红→无色
二苯胺磺酸钼 (0.3%)	0.3 g 二苯胺磺酸钼溶于 100 mL 不含二氧化碳的水中	紫红→无色
二苯胺硫酸溶液 (1%)	1.0 g 二苯胺加 1 mL 水, 溶于 100 mL 硫酸中, 摇匀	无色→蓝
碘化钾-淀粉试纸	专用试纸	蓝色→无色
淀粉溶液 (5%)	1.0 g 可溶性淀粉用水调至糊状, 溶解于 200 mL 沸水中, 煮沸 1~2 min, 冷却	蓝色→无色
N-苯基邻氨基苯甲酸 (0.2%)	0.2 g 苯基邻氨基苯甲酸, 加 0.2 g 无水碳酸钠, 加 20 mL 水, 加热溶解, 用水稀释至 100 mL	紫红色→无色

附录5 常见化合物的俗名

类别	俗名	主要化学成分	类别	俗名	主要化学成分
硅化合物	石英	SiO_2	硅化合物	电石	CaC_2
	水晶	SiO_2		白垩	CaCO_3
	打火石、燧石	SiO_2		石灰石	CaCO_3
	玻璃	SiO_2		大理石	CaCO_3
	砂石	SiO_2		文石、霞石	CaCO_3
	橄榄石	MgSiO_4		方解石	CaCO_3
	硅锌石	ZnSiO_4		萤石、氟石	CaF_2
	硅胶	SiO_2		熟石灰、消石灰	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
	漂白粉、氯化石灰	$\text{Ca}(\text{OCl}) \cdot \text{Cl}$		生石灰	CaO
	无水石膏、硬石膏	CaSO_4		烘石膏、熟石膏、巴黎石膏	$2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	重石	CaWO_4			
	白云石	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$			



续表

类别	俗名	主要化学成分	类别	俗名	主要化学成分
钠化合物	食盐	NaCl	钠化合物	苛性钠、烧碱、火碱	NaOH
	硼砂	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$		苛性碱	NaOH
	苏打、纯碱	Na_2CO_3		芒硝	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
	小苏打	NaHCO_3		硫化碱	Na_2S
	海波	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$		水玻璃	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
	红矾钠	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			
钾化合物	钾碱、碱砂	K_2CO_3	锰化合物	硫锰矿	MnS
	黄血盐	$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$		软锰矿	MnO_2
	赤血盐	$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$		黑石子	MnO_2
	苛性钾	KOH	铵化合物	硝铵、钠硝石	NH_4NO_3
	灰锰氧	KMnO_4		硫铵	NH_4Cl
	钾硝石、火硝	KNO_3		卤砂	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
	吐酒石	$\text{K}(\text{SbO})\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_6$			
铝化合物	矾土	Al_2O_3	铝化合物	高岭土	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	刚玉	Al_2O_3		铝胶	Al_2O_3
	明矾、铝矾	$\text{K}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		红宝石	Al_2O_3
	铵矾	$(\text{NH}_4)_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$		群青、佛青	$\text{Na}_2\text{Al}_4\text{Si}_6\text{S}_4\text{O}_{33}$ 或 $\text{Na}_x\text{Al}_4\text{Si}_6\text{S}_4\text{O}_{23}$
	明矾石	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		绿宝石	$3\text{BeO}, \text{Al}_2\text{O}_3, 6\text{SiO}_2$
钡化合物	重晶石	BaSO_4	钡化合物	天青石 SrSO_4	
	钡石	BaSO_4		锶堇石	SrCO_3
	钡墨石	BaCO_3			
铬化合物	铬绿	Cr_2O_3	铬化合物	铵铬矾	$\text{Cr}_2(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
	铬矾	$\text{Cr}_2\text{K}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$		红矾	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
				铬黄	PbCrO_4



续表

类别	俗名	主要化学成分	类别	俗名	主要化学成分
铁化合物	铁丹	Fe_2O_3	铁化合物	绿矾	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
	赤铁矿	Fe_2O_3		铁矾	$\text{Fe}_2\text{K}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
	磁铁矿	Fe_3O_4		毒砂	FeAsS
	菱铁矿	FeCO_3		磁黄铁矿	FeS
	滕氏盐	$\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$		黄铁矿	FeS_2
	普鲁氏盐	$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$		摩尔盐	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

附录6 常用配位滴定指示剂

指示剂名称	配制方法	终点颜色变化
酸性络蓝 K (0.1%)	0.10 g 酸性络蓝溶于 100 mL 乙醇中。或 1 份酸性络蓝 K 与 100 份氯化钠研细混合	红→蓝, pH = 10 玫瑰红→蓝, pH 大于 12
钙指示剂	0.1 g 钙指示剂与 100 份氯化钠研细混匀	酒红→蓝, pH 大于 12
铬黑 T (0.5%)	0.10 g 铬黑 T 加 15 mL 三乙醇胺和 5 mL 无水乙醇, 混匀	红→蓝, pH = 6.8 ~ 10
PAN (0.1%)	0.10 g PAN 溶于 100 mL 乙醇中	红→黄, pH = 1 ~ 7 紫→黄 pH = 10
二甲酚橙 (0.5%)	0.10 g 二甲酚橙溶于 20 mL 二次蒸馏水 (或去离子水) 中	红→黄, pH = 1 ~ 6
紫脲酸铵	0.2 g 紫脲酸铵与 50 g 氯化钾研细混匀	黄→紫红, pH = 10



附录7 常用沉淀滴定指示剂

指示剂名称	配制方法	终点颜色变化
荧光素 (0.2%)	0.20 g 荧光素溶于 100 mL 乙醇中	黄色→粉红 (黄红)
铬酸钾饱和溶液	67 g 铬酸钾研成粉末, 用 100 mL 水溶解成饱和溶液	黄→砖红
硫酸铁铵饱和溶液	130 g 硫酸铁铵研成粉末, 溶于 100 mL 水中, 摇晃至饱和溶液, 再加约 150 mL 硝酸使褐色消失	无色→红色
二氧荧光素 (0.2%)	0.20 g 二氧荧光素溶于 100 mL 乙醇中	黄绿→红
二苯偶氮碳酸酞肼 (0.2%)	0.5 g 二苯偶氮碳酸酞肼溶于 100 mL 乙醇中	无色→紫色

附录8 常用酸碱指示剂及其变色范围

指示剂	变色范围 / pH	颜色变化	配制方法	用量 / (滴/10mL)
百里酚蓝 (麝香草酚蓝)	1.2 ~ 2.8 8.9 ~ 9.6	红→蓝 黄→蓝	将 0.1 g 溶于 4.3 mL $c(\text{NaOH}) = 0.05 \text{ mol/L}$ 中, 或 1 g 溶于 1000 mL 乙醇溶液 (20%) 中	1 ~ 2
甲基黄	2.9 ~ 4.0	红→黄	0.1% 的乙醇溶液 (90%)	1 ~ 2
甲基橙	3.1 ~ 4.4	红→黄	0.1% 的水溶液	1
溴酚蓝	3.0 ~ 4.6	黄→紫蓝	0.1% 的乙醇溶液 (20%) 或其钠盐水溶液	1 ~ 3
茜素红 (茜素磺酸钠)	3.7 ~ 5.2	黄→玫瑰	0.1% 的水溶液	1 ~ 3



续表

指示剂	变色范围 /pH	颜色 变化	配 制 方 法	用 量 / (滴/10mL)
溴甲酚蓝 (溴甲酚绿)	3.8 ~ 5.4	黄→蓝	0.1%的乙醇溶液(20%)或其钠盐 水溶液	1 ~ 3
甲基红	4.4 ~ 6.2	红→黄	0.1%的乙醇溶液(60%)	1 ~ 2
氯酚红	5.0 ~ 6.6	黄→红	0.1%的乙醇溶液(20%)	1 ~ 3
对硝基酚	5.0 ~ 7.4	无→黄	0.2%的水溶液	1 ~ 5
石蕊	5.0 ~ 8.0	红→蓝	0.5%~1.0%的水溶液	5 ~ 10
溴甲酚紫	5.2 ~ 6.8	黄→紫红	0.1%的乙醇溶液(20%)	1 ~ 3
溴百里酚蓝 (溴麝香草酚蓝)	6.0 ~ 7.6	黄→蓝	0.1%的乙醇溶液(20%)	1 ~ 3
酚红	6.8 ~ 8.0	黄→红	0.1%的乙醇溶液(20%)	1 ~ 2
中性红	6.8 ~ 8.0	红→黄橙	0.1%的乙醇溶液(60%)	1 ~ 2
甲酚红	7.2 ~ 8.8	黄→紫红	1%的乙醇溶液(20%)	1 ~ 3
$\phi\alpha$ -萘酚酞	7.3 ~ 8.7	淡橙→蓝绿	0.1%的乙醇溶液(50%)	1 ~ 3
百里酚蓝 (百里香蓝、 麝香草酚蓝)	8.0 ~ 9.6	黄→蓝	1%的乙醇溶液(20%)	1 ~ 4
酚酞	8.2 ~ 10.0	无→红	1%的乙醇溶液(60%)	1 ~ 5
萘酚酞烷	9.0 ~ 11.0	无→蓝	1%的乙醇溶液(70%)	1 ~ 4
百里酚酞 (麝香草酚酞)	9.4 ~ 10.6	无→蓝	1%的乙醇溶液(90%)	1 ~ 2
茜素黄	10.0 ~ 12.0	黄→淡紫	1%的水溶液	1 ~ 3
硝胺	11.0 ~ 13.0	无→红棕	1%的乙醇溶液(60%)	1 ~ 5



附录9 用于原子吸收分光光度分析的标准溶液

这里所示的标准溶液浓度为1 mg/mL, 将其适当稀释即可制成测定用标准溶液。稀溶液不能长期保存, 应在使用时再配制。下面所列标准溶液大部分是氯化物。

金属	基准物	标准溶液的配制方法
Ag	AgNO ₃	将1.5750 g 已在110 °C干燥过的硝酸银溶解于c(HNO ₃)为0.1 mol/L的硝酸溶液中, 并用该硝酸溶液稀释至1000 mL, 储存于棕色瓶中
As	As ₂ O ₃	将1.3200 g As ₂ O ₃ 溶解于尽量少的c(NaOH)为1 mol/L的氢氧化钠溶液中, 用水稀释, 用盐酸调至弱酸性, 再用水稀释至1000 mL
Au	金属金	将0.1000 g 高纯金溶解于数毫升王水中, 水浴蒸干后, 加1 mL 盐酸, 蒸干, 用盐酸和水溶解, 再用水稀释至100 mL, 盐酸浓度约为1 mol/L
Ba	BaCl ₂ · 2H ₂ O	将1.7790 g BaCl ₂ · 2H ₂ O溶解于水中, 用水稀释至1000 mL
Bi	金属铋	将1.0000 g 高纯金属铋溶解于硝酸溶液(1+1)中, 用水稀释至1000 mL, c(HNO ₃)约为1 mol/L
Ca	CaCO ₃	将2.5000 g 已在110 °C干燥过的碳酸钙溶解于盐酸溶液(1+1)中, 驱除二氧化碳后, 用水稀释至1000 mL, c(HCl)约为1 mol/L
Cd	金属镉	将1.0000 g 高纯金属镉溶解于少量盐酸溶液(1+1)中, 用盐酸溶液(1+99)稀释至1000 mL
Co	金属钴	将1.0000 g 高纯金属钴溶解于少量盐酸溶液(1+1)中, 用盐酸溶液(1+99)稀释至1000 mL
Cr	K ₂ Cr ₂ O ₇ 金属铬	将2.8330 g 已在150 °C干燥过的重铬酸钾溶解于水中, 用水稀释至1000 mL 将1.0000 g 纯金属铬溶解于盐酸中, 用水稀释至1000 mL
Cu	金属铜	将1.0000 g 高纯金属铜溶解于少量硝酸溶液(1+1)中, 用硝酸溶液(1+99)稀释至1000 mL
Fe	金属铁	将1.0000 g 高纯金属铁溶解于30 mL 盐酸中, 加数毫升硝酸氧化后, 用水稀释至1000 mL, c(HCl)约为1 mol/L



续表

金属	基准物	标准溶液的配制方法
K	KCl	将 1.9070 g 氯化钾溶于水, 用水稀释至 1000 mL
Mg	金属镁	将 1.0000 g 高纯金属镁溶解于少量盐酸溶液 (1+1) 中, 用水稀释至 1000 mL
Mn	金属锰	将 1.0000 g 高纯金属锰溶解于少量硝酸溶液 (1+1) 中, 用盐酸溶液 (1+99) 稀释至 1000 mL
Mo	MoO ₃	将 1.5000 g 精制的 MoO ₃ 溶解于少量氢氧化钠溶液或氨水中, 用水稀释至 1000 mL
Na	NaCl	将 2.5450 g 氯化钠溶解于水中, 用水稀释至 1000 mL
Ni	金属镍	将 1.0000 g 高纯金属镍溶解于少量硝酸溶液 (1+1) 中, 用硝酸溶液 (1+99) 稀释至 1000 mL
Pb	金属铅	将 1.0000 g 高纯金属铅溶解于少量硝酸溶液 (1+1) 中, 用水稀释至 1000 mL
Sb	金属锑	将 1.0000 g 高纯金属锑溶解于少量盐酸和过氧化氢溶液中, 用水稀释至 1000 mL
Sn	金属锡	将 1.0000 g 高纯金属锡加热溶解于适量的盐酸溶液 (1+1) 中, 用盐酸溶液 (1+1) 稀释至 1000 mL
Sr	SrCO ₃	将 1.6850 g 碳酸锶溶解于盐酸中, 驱除二氧化碳后, 用水稀释至 1000 mL, $c(\text{HCl})$ 约为 1 mol/L
Zn	金属锌	将 1.0000 g 高纯金属锌溶解于稍过量的盐酸中, 用水稀释至 1000 mL, $c(\text{HCl})$ 约为 0.1 mol/L
Zr	ZrOCl ₂ · 8H ₂ O	将 3.5310 g 氧氯化锆 (ZrOCl ₂ · 8H ₂ O) 溶解于盐酸溶液 (1+2) 中, 用该盐酸溶液稀释至 1000 mL



附录 10 化学分析常用法定计量单位

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	可选用的计量单位	备 注
质量	M	千克	kg	g、mg、 μ g、ng	SI 基本单位
物质的量	N	摩(尔) ^①	mol	m、mol、 μ mol	SI 基本单位
体积	V	升	L	mL、 μ L	国家选定的非国际单位制单位
元素的相对原子质量	A_r				$A_r(\text{Cl}) = 35.453$
物质的相对分子质量	M_r				$M_r(\text{HCl}) = 36.461$
摩尔 ^① 质量	M	千克每摩(尔)	kg/mol	g/mol	定义: 质量除以物质的量
物质 B 的物质的量浓度	c_B	摩(尔)每立方米	mol/m ³	mol/L	化学中也表示成(B), 常用于表示平衡浓度
密度、质量、浓度	ρ	千克每立方米	kg/m ³	g/mL	定义: 质量除以体积
物质 B 的质量浓度	ρ_B	千克每升	kg/L		定义: 物质 B 的质量除以混合物的体积
物质 B 的质量分数	ω_B				定义: 物质 B 的质量与混合物的质量之比
物质 B 的分压力(气体混合物中)	p_B	帕(斯卡)	Pa		1 atm = 101325 Pa

① 摩(尔)的定义(mol): 摩尔是一系统物质的量, 该系统中所包含的基本单元数与 0.012 kg 的碳-12 的原子数目相等。使用摩尔时, 基本单元予以指明。它可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子, 或是这些粒子的特定组合。



参考文献

- [1] 凌昌都. 化学检验工(中级)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [2] 张小康, 张正兢. 工业分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [3] 刘世纯. 实用分析化验读本[M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [4] 黄一石. 仪器分析技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [5] 刘瑞雪. 化验员习题集[M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [6] 胡必明. 化工分析工[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [7] 北京化学试剂公司. 化学试剂标准手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [8] 路巨新. 分析实验室装备手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [9] 高职高专化学教材编写组. 分析化学[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [10] 高职高专化学教材编写组. 分析化学实验[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [11] 刘天熙. 化验员基础知识问答[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [12] 武汉大学. 分析化学[M]. 4版. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [13] 邱德仁. 工业分析化学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2003.
- [14] 刘珍, 黄沛成, 等. 化验员读本(上册)[M]. 4版. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [15] 季剑波, 凌昌都. 定量化学分析例题与习题. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [16] 陈必友, 李启华. 工厂分析化验手册. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [17] 国家职业资格工作网, <http://www.nvq.net.cn/>.
- [18] 中国劳动力市场网 培训鉴定, <http://www.lm.gov.cn/gb/training/>.
- [19] 中华人民共和国劳动和社会保障部网页, 职业培训与技能鉴定, <http://www.molss.gov.cn/gb/ywzn/>.
- [20] 中国职业技能培训网, <http://www.chinatrain.org.cn/>.
- [21] 国家职业资格工作网, <http://www.osta.org.cn/index.html>.